



TUGAS AKHIR - TE 141599

**ANALISIS PENGUJIAN BREAKDOWN VOLTAGE MINYAK
TRAFO BERDASARKAN HASIL UJI DISSOLVED GAS
ANALYSIS MENGGUNAKAN METODE STATISTIK**

Roikhana Farista Dewira
NRP 07111645000032

Dosen Pembimbing 1
Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T.,M.Sc

Dosen Pembimbing 2
Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., P.hD.

Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 141599

**ANALYSIS BREAKDOWN VOLTAGE TEST OF OIL
TRANSFORMER BASED ON DISSOLVED GAS
ANALYSIS TEST RESULTS USE STATISTIC METHOD**

Roikhana Farista Dewira
NRP 07111645000032

Advisor 1
Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T.,M.Sc

Advisor 2
Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., P.hD.

DEPARTEMEN OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Analisis Pengujian Breakdown Voltage Minyak Trafo Berdasarkan Hasil Uji Dissolved Gas Analysis Menggunakan Metode Statistik**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 1 Juni 2018

Roikhana Farista D.

NRP 07111645000032

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**ANALISIS PENGUJIAN *BREAKDOWN VOLTAGE* MINYAK
TRAFO BERDASARKAN HASIL UJI *DISSOLVED GAS*
ANALYSIS MENGGUNAKAN METODE STATISTIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Sarjana Teknik**

Pada

Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga

Departemen Teknik Elektro

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T., M.Sc
NIP :197007121998021001

Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., Ph.D.
NIP :1981090520050011002



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

ANALISIS PENGUJIAN BREAKDOWN VOLTAGE MINYAK TRAFO BERDASARKAN HASIL UJI DISSOLVED GAS ANALYSIS MENGGUNAKAN METODE STATISTIK

Nama : Roikhana Farista Dewira
Pembimbing 1 : Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T.,M.Sc
Pembimbing 2 : Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., P.hD.

ABSTRAK

Transformator daya mempunyai peran penting pada sistem tenaga listrik. Transformator berfungsi sebagai penyalur tegangan dari pembangkit hingga ke sistem distribusi agar sampai ke konsumen. Transformator memiliki isolasi berupa minyak transformator, selain itu berfungsi sebagai pendingin. Transformator yang memiliki beban besar, dan digunakan secara terus-menerus mengakibatkan inti transformator panas sehingga dibutuhkan minyak isolasi. Penelitian tentang pengaruh unsur-unsur gas yang terdapat pada minyak terhadap *breakdown* belum pernah dilakukan. Penelitian ini menyajikan informasi pengaruh antara unsur gas yang terdapat pada minyak terhadap *breakdown* minyak.

Metode yang digunakan adalah regresi linier berganda menggunakan 300 data. Analisis hasil dari regresi berdasarkan metode statistik, dan grafik yang dihasilkan masing-masing gas terhadap *breakdown*. Analisis dilakukan terhadap masing-masing gas, semua gas, kombinasi tiga gas, kombinasi empat gas tanpa asetilen, dan kombinasi tiga gas tanpa asetilen. Target dari tugas akhir ini adalah mengetahui pengaruh unsur-unsur gas terhadap *breakdown* minyak. Hasil dari penelitian terdapat bahwa pengaruh antara semua unsur gas pada minyak dengan *breakdown* minyak kecil yaitu 0.325, dengan fungsi $Breakdown = 0.024 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida} - 0.016 \text{ Etilen} + 0.008 \text{ Etana} - 0.001 \text{ Oksigen} + 62.81$. Diharapkan dengan adanya analisis ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode statistik.

Kata Kunci: DGA, BDV, Minyak Transformator, Regresi Linier Berganda

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

***ANALYSIS BREAKDOWN VOLTAGE TESTING BASED ON
DISSOLVED GAS ANALYSIS TEST RESULTS USE STATISTIC
METHOD***

Name : Roikhana Farista Dewira
Advisor 1 : Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T.,M.Sc
Advisor 2 : Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., P.hD.

ABSTRACT

Power transformer has significant role in the power system. The function of transformer is to distribute voltage from generator until distribution system for consumer. Transformer has an insulation form oil, besides that the oil has a function as a chiller. Transformer which has a full-load and used continuously would make heat the core therefore we need the insulation oil. There is no research such an impact of gases on oil insulation for breakdown voltage yet. This research implies an information an impact of gases in insulation oil for breakdown voltage.

Multiple linear regression is the method that used on this research, which uses 300 data. The result of multiple linear regression analysis based on statistic method and each gases's graphic based on breakdown voltage. Analysis has been done by each gases, three combination of gases, four combination gases without acetylene, and three combination gases without acetylene. The target of this final assignment is being able to know about an impact of gases that consist on oil transformer for the value of breakdown voltage. The result of this research is gases have 0.325 impact on breakdown voltage, which is that result is classified as a slight impact for breakdown voltage. $Breakdown = 0.024 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida} - 0.016 \text{ Etilen} + 0.008 \text{ Etana} - 0.001 \text{ Oksigen} + 62.81$. The intention of this analysis result is be able to be reference for the future research who use statistic method.

Keywords: DGA, BDV, Oil of Transformer, Multiple Liniear Regression

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Sarjana-1 pada Bidang Studi Sistem Tenaga, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

ANALISIS PENGUJIAN BREAKDOWN VOLTAGE MINYAK TRAFO BERDASARKAN HASIL UJI DISSOLVED GAS ANALISIS MENGGUNAKAN METODE STATISTIK

Dalam Tugas Akhir ini menganalisis hasil uji DGA untuk mengetahui korelasi unsur gas dengan BDV untuk mencapai penelitian yang baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Dr. Eng. I Made Yulistya Negara S.T., M.Sc, dan Bapak Dr. Dimas Anton Asfani, S.T., M.T. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, (1 Juni 2018)

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Laporan	4
1.7 Relevansi.....	5
 BAB II TRANSFORMATOR DAYA DAN METODE ANALISIS	 7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Transformator Daya	7
2.3 Minyak Transformator.....	9
2.4 <i>Breakdown Voltage</i>	10
2.5 <i>Dissolved Gas Analysis</i> (DGA).....	11
2.6 Metode Regresi Linier Berganda	13
2.6.1 Uji Normalitas	14
2.6.2 Uji Homoskedasitas	14
2.6.3 Uji Reliabilitas	15
2.6.4 Uji Autokorelasi.....	15
2.6.5 Uji Multikolinieritas.....	15
2.6.6 Uji Linieritas.....	16
2.6.7 Analisis Regresi Linier Berganda	16

2.7	<i>Statistical Package for the Social Scienses (SPSS)</i>	18
BAB III PERANCANGAN METODE ANALISIS REGRESI.....		19
3.1	Karakteristik Transformator	19
3.1.1	Kategori Data Menurut Hasil Uji <i>Breakdown Voltage</i>	20
3.1.2	Kategori Data Menurut Hasil Uji DGA.....	21
3.1.3	Korelasi TDCG dengan Hasil Uji BDV	22
3.2	Uji Asumsi Regresi Linier Berganda	25
3.2.1	Uji Normalitas.....	27
3.2.2	Uji Heteroskedasitas	28
3.2.3	Uji Multikolinieritas	30
3.2.4	Uji Autokorelasi	33
3.2.5	Uji Linieritas	35
3.3	Analisis Regresi Linier Berganda.....	36
3.3.1	Pengujian Unsur Gas dengan BDV	39
3.3.2	Pengujian Tiga Kombinasi Unsur Gas Terhadap BDV	40
3.3.3	Pengujian Empat Kombinasi Gas Terhadap BDV	45
3.3.4	Pengujian Tiga Kombinasi Tanpa Asetilen	50
BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI.....		55
4.1	Analisis Pengaruh Masing-Masing Gas Terhadap BDV	55
4.1.1	Pengaruh Gas Hidrogen dengan <i>Breakdown</i>	55
4.1.2	Pengaruh Gas Metana dengan <i>Breakdown</i>	57
4.1.3	Pengaruh Gas Karbon Monoksida dengan <i>Breakdown</i>	58
4.1.4	Pengaruh Gas Karbon Dioksida dengan <i>Breakdown</i>	60
4.1.5	Pengaruh Gas Etilen dengan <i>Breakdown</i>	60
4.1.6	Pengaruh Gas Etana dengan <i>Breakdown</i>	62
4.1.7	Pengaruh Gas Asetilen dengan <i>Breakdown</i>	64
4.1.8	Pengaruh Gas Oksigen dengan <i>Breakdown</i>	64
4.1.9	Pengaruh Gas Nitrogen dengan <i>Breakdown</i>	66
4.2	Analisis Pengaruh TDCG Terhadap <i>Breakdown</i> Minyak.....	66
4.3	Analisis Pengaruh Seluruh Gas Terhadap <i>Breakdown</i>	66
4.4	Analisis Pengaruh Kombinasi Tiga Unsur Gas	71
4.5	Analisis Pengaruh Kombinasi Empat Unsur Gas	73
4.6	Analisis Pengaruh Kombinasi Tiga Unsur Tanpa Gas Asetilen..	75
4.7	Analisis Pengaruh <i>Water Content</i> Terhadap <i>Breakdown</i>	75
BAB V PENUTUP.....		79
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran	80

DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN A	83
LAMPIRAN B	89
LAMPIRAN C	95
LAMPIRAN D	99
LAMPIRAN E	101
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	103

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 1. 1 Flowchart Metode yang Digunakan pada Penelitian	3
Gambar 2. 1 Transformator Daya.....	10
Gambar 2. 2 Alat Pengujian <i>Breakdown Voltage</i>	11
Gambar 2. 3 Alat Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i>	12
Gambar 3. 1 Metode Pengolahan Data <i>Breakdown Voltage</i>	23
Gambar 3. 2 Penyebaran BDV pada Data Transformator.....	22
Gambar 3. 3 Metode Pengelompokkan Data.....	23
Gambar 3. 4 Grafik Penyebaran BDV Sesuai dengan TDCG	25
Gambar 3. 5 Metode Pengujian Penggunaan Jenis Regresi	26
Gambar 3. 6 Pengujian Uji Normalitas	27
Gambar 3. 7 Metode Pengujian Asumsi Heteroskedesitas	29
Gambar 3. 8 Metode Pengujian Uji Multikolinieritas	32
Gambar 3. 9 Metode Pengujian Asumsi Autokorelasi.....	34
Gambar 3. 10 Metode Pengujian Linieritas.....	35
Gambar 3. 11 Hasil Uji Normalitas Data	37
Gambar 3. 12 Hasil Uji Linieritas.....	37
Gambar 3. 13 Hasil Pengujian Uji Heteroskedesitas	38
Gambar 3. 14 Metode Pengujian Regresi Linier Berganda	39
Gambar 4. 1 Gambar Penyebaran Data Gas Hidrogen.....	58
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Gas Metana	58
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Gas Karbon Monoksida	59
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Gas Karbon Dioksida	61
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Gas Etilen.....	62
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Gas Etana	63
Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Gas Asetilen	65
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh TDCG Terhadap <i>Breakdown</i>	71

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 2. 1 Tabel Kapasitas Transformator	9
Tabel 2. 2 Ketentuan Minyak Standar SPLN 49-1:1982	10
Tabel 2. 3 Tabel Batas <i>Breakdown Voltage</i>	11
Tabel 2. 4 Tabel Diagnosis Kegagalan Menurut <i>Key Gases</i>	12
Tabel 2. 5 Kondisi Transformator.....	13
Tabel 3. 1 Tabel <i>Rating</i> Tegangan dan Daya Transformator.....	22
Tabel 3. 2 Tabel Pengelompokkan Kondisi Gas Beserta TDCG	24
Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Heteroskedesitas	31
Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Uji Multikolinieritas	33
Tabel 3. 5 Hasil Pengujian Autokorelasi.....	34
Tabel 3. 6 Hasil Pengujian Linieritas	36
Tabel 3. 7 Tabel Percobaan Regresi pada Individu Gas	40
Tabel 3. 8 Pengujian Kombinasi Tiga Gas	40
Tabel 3. 9 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)	41
Tabel 3. 10 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan).....	42
Tabel 3. 11 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan).....	43
Tabel 3. 12 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan).....	44
Tabel 3. 13 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan).....	45
Tabel 3. 14 Kombinasi Empat Unsur Gas	45
Tabel 3. 15 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan).....	46
Tabel 3. 16 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan).....	47
Tabel 3. 17 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan).....	48
Tabel 3. 18 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan).....	49
Tabel 3. 19 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan).....	50
Tabel 3. 20 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen.....	50
Tabel 3. 21 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan).....	51
Tabel 3. 22 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan).....	52
Tabel 3. 23 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan).....	53
Tabel 4. 1 Hidrogen Terhadap <i>Breakdown</i> Minyak.....	58
Tabel 4. 2 Hasil Pengaruh Gas Hidrogen	57
Tabel 4. 3 Hasil Pengaruh Gas Metana	58
Tabel 4. 4 Hasil Pengaruh Gas Karbon Monoksida.....	59
Tabel 4. 5 Hasil Pengaruh Gas Karbon Dioksida	61

Tabel 4. 6 Hasil Pengaruh Gas Etilen.....	62
Tabel 4. 7 Hasil Pengaruh Gas Etana	64
Tabel 4. 8 Hasil Pengaruh Gas Asetilen	65
Tabel 4. 9 Hasil Pengaruh Gas Oksigen	66
Tabel 4. 10 Hasil Pengaruh Gas Nitrogen	66
Tabel 4. 11 Tabel Kondisi TDCG	71
Tabel 4. 12 Hasil Pengaruh Seluruh Gas	68
Tabel 4. 13 Hasil Uji F pada Seluruh Gas	68
Tabel 4. 14 Hasil Uji T Seluruh Gas	70
Tabel 4. 15 Hasil Pengaruh Tiga Gas	72
Tabel 4. 16 Hasil Uji F Tiga Gas	72
Tabel 4. 17 Hasil Uji t Tiga Gas	73
Tabel 4. 18 Hasil Pengaruh Empat Gas.....	74
Tabel 4. 19 Hasil Uji F Empat Gas	74
Tabel 4. 20 Hasil Uji T Empat Gas	76
Tabel 4. 21 Hasil Pengaruh <i>Water Content</i>	76
Tabel 4. 22 Hasil Uji F <i>Water Content</i>	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator daya mempunyai peran penting pada sistem tenaga listrik. Transformator berfungsi sebagai penyalur tegangan dari pembangkit hingga ke sistem distribusi agar sampai ke konsumen. Transformator memiliki rating tegangan bergantung pada sistem kerja sesuai dengan fungsi kerja, jika transformator mengalami gangguan dapat mengakibatkan kerugian besar pada sistem tenaga listrik. Sebagaiantisipasi, perlu dilakukan pemeliharaan secara berkala. Pemeliharaan tersebut perlu dilakukan dari pembangkit hingga ke konsumen.

Transformator memiliki isolasi berupa minyak transformator, selain itu berfungsi sebagai pendingin. Transformator yang memiliki beban besar, dan digunakan secara terus-menerus mengakibatkan inti transformator panas sehingga dibutuhkan minyak isolasi. Panas yang berkala dan meningkat mengakibatkan kondisi minyak transformator buruk dan berbahaya hingga mengakibatkan timbul *breakdown* maupun *arcing*. Panas menimbulkan gas-gas pada minyak, yang dapat mengindikasikan kondisi kesehatan transformator. Pengujian untuk mengetahui kondisi gas yang terdapat pada minyak berupa pengujian *Dissolved Gas Analysis*.

Penelitian tentang pengaruh unsur-unsur gas yang terdapat pada minyak terhadap *breakdown* belum pernah dilakukan. *Breakdown* terjadi karena terdapat partikel yang terkandung dalam minyak seperti debu, pasir, dll. *Breakdown* juga dapat dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur pada minyak maka semakin besar nilai *breakdown voltage*. [1]. Selain pengaruh dari temperatur, *breakdown* juga dipengaruhi oleh kandungan kandungan air dalam minyak, semakin banyak nilai kandungan air maka semakin turun nilai *breakdown voltage* [2]. Penelitian sebelumnya [3], menganalisis *breakdown voltage* dan DGA dengan pembahasan yang menjelaskan tentang keandalan minyak transformator dari masing-masing pengetesan tanpa menggabungkan dua pengetesan (BDV dan DGA).

Pencarian interkorelasi antara pengaruh unsur gas dengan *breakdown* minyak menggunakan metode berbasis statistik, khususnya menggunakan regresi berganda. Penggunaan regresi berganda dapat memberikan hasil keluaran berupa besaran pengaruh unsur-unsur gas yang terdapat dalam minyak terhadap nilai *breakdown voltage*, selain itu

dapat mengetahui keluaran berupa sebuah fungsi, dengan fungsi tersebut dapat diketahui unsur-unsur gas yang paling berpengaruh terhadap fenomena *breakdown voltage* sekaligus mengetahui pengaruh negatif atau positif yang diakibatkan oleh unsur-unsur minyak. Penelitian dilakukan mulai dari pengumpulan data, kemudian mencari data yang efektif sesuai dengan teorema *center of limit* [4]. Setelah menemukan metode efektif untuk digunakan melakukan pengecekan sebagai pembuktian metode tersebut dapat digunakan supaya hasil penelitian tidak menjadi *bias*. Uji penelitian tersebut disebut uji asumsi, ada 5 (lima) macam asumsi yang digunakan, setelah asumsi terpenuhi maka dilanjutkan dengan mencari regresi terbaik dari semua data yang diperoleh.

Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai pengaruh antara *breakdown voltage* dan *Dissolved Gas Analysis* yang selama ini belum pernah dilakukan

1.2 Perumusan Masalah

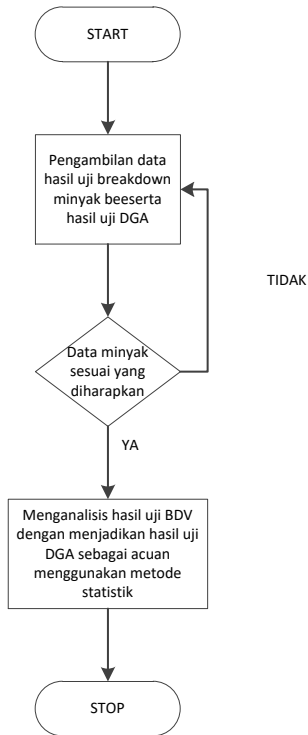
Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Apakah unsur-unsur gas yang terdapat pada minyak transformator memiliki pengaruh terhadap tingkat probabilitas *breakdown* pada minyak?
2. Bagaimana pengaruh unsur-unsur gas tersebut terhadap minyak transformator jika menggunakan metode statistik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Menggunakan hasil data *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dan *Breakdown Voltage* (BDV) berjumlah 300 data dari PLN.
2. Menggunakan data hasil *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dan *Breakdown Voltage* (BDV) hanya dalam waktu kurun 2 (dua) tahun
3. Menggunakan metode regresi linier berganda
4. Menggunakan *software Statistical Package for the Social Scienses* (SPSS) untuk menemukan interelasi antara *Breakdown Voltage* (BDV) dan unsur gas yang terdapat dari hasil *Dissolved Gas Analysis* (DGA)



Gambar 1. 1 Flowchart Metode yang Digunakan pada Penelitian

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh unsur-unsur gas yang terdapat dari hasil DGA yaitu 9 (sembilan) unsur gas terhadap hasil BDV.
2. Mencari kombinasi unsur gas yang berpengaruh terhadap terjadinya BDV.
3. Mencari hasil pengaruh antara hasil uji DGA dan BDV.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Persiapan dan Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah dengan mencari berbagai macam sumber yang berkaitan dengan uji analisis kualitas minyak berdasarkan DGA, maupun BDV. Studi tersebut dilakukan dengan cara mencari di ruang baca, perpustakaan hingga internet sekalipun, yang berasal dari IEC atau bahkan *academiaedu*.

2. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data dengan mengambil 300 *sample* dari PLN, dan berbagai kapasitas transformator dengan satu jenis minyak. Pengumpulan data ini akan dilakukan sedemikian rupa hingga mendapatkan hasil *sample* minyak yang sesuai dan sudah melewati pengetesan DGA.

3. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara mencari kepresisian korelasi antara BDV dan DGA menggunakan program SPSS. Analisis dilakukan berdasarkan hasil DGA yang sudah dimiliki, dan akan di analisis kandungan minyak mana yang akan menyebabkan BDV tertinggi.

4. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan dilakukan setelah mendapatkan hasil uji *sample* minyak trafo yang telah diuji BDV dan akan dianalisis. Metode penyusunan diilustrasikan melalui *flowchart* pada Gambar 1.1. Gambar 1.1 menunjukkan bahwa analisis dimulai dari pengambilan data hasil uji breakdown minyak, beserta hasil uji DGA dengan hasil uji *water content*. Ketika data minyak yang didapatkan sesuai dengan data yang diinginkan, maka dilakukan penelitian untuk menguji menggunakan metode yang sesuai berbasis metode statistik.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima (5) Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari BDV, DGA, dan aplikasi SPSS yang menunjang analisis ini.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini membahas metode analisis uji BDV menggunakan aplikasi SPSS

Bab IV Analisis Sistem

Bab ini memuat analisis dari hasil tersebut.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.7 Relevansi

1. Menjadi acuan sebagai penelitian selanjutnya agar dapat meminimalisir kandungan gas yang dapat menyebabkan BDV terbesar berdasarkan hasil uji DGA.
2. Menjadi inspirasi bagi industri untuk mengetahui apakah hasil uji BDV sudah merepresentasikan hasil uji DGA.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TRANSFORMATOR DAYA DAN METODE ANALISIS

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuktikan uji DGA perlu dilakukan atau tidak. Mulai dari penelitian membuktikan tentang uji *thermograph*, dll. Penelitian tersebut menggunakan hasil uji *breakdown* sebagai bahan acuan untuk dibuktikan secara statistik dengan pengaruh tingginya temperatur yang terbaca di alat *thermograph*. Selain itu, ada penelitian tentang BDV, DGA, dan furan untuk mencari indeks kesehatan berdasarkan IEEE. Penelitian tersebut menggunakan beberapa data dan menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS)* menggunakan *Artificial Neural Network* untuk metodenya, penggunaan program tersebut bertujuan untuk mencari korelasi indeks kesehatan transformator berdasarkan data asli transformator[5]. Penelitian tentang membuktikan hasil tes BDVada atau tidak kolerasinya dengan uji DGA belum pernah dilakukan. Melakukan pencarian interelasi yang komprehensif antara pengujian gas terlarut dan pengujian tegangan tembus menggunakan metode statistik berupa regresi linier berganda yang di permudah oleh program *Statistical Package for the Social Scienses*.

2.2 Transformator Daya

Transformator merupakan peralatan pada sistem tenaga listrik. Transformator berfungsi untuk menaik-turunkan tegangan keluaran pada sisi sekunder trafo. Gambar 2. 1 menunjukkan transformator daya yang digunakan di PLN TJBTB (Transmisi Jawa Bagian Timur dan Bali)

Kenaikan dan penurunan tegangan keluaran transformator berpatokan pada jumlah perbandingan lilitan pada sisi sekunder maupun sisi primer dari transformator. Ketentuan umum pada transformator adalah:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.1)$$

V_p merupakan bilangan dari tegangan primer, V_s untuk varuabel tegangan sekunder, N_p dan N_s merupakan jumlah lilitan primer dan



Gambar 2. 1 Transformator Daya

sekunder. Mengacu pada rumus ketentuan pada transformator, maka saat tegangan primer lebih kecil, dan kita ingin mendapatkan tegangan sekunder yang lebih tinggi maka kita harus memperbanyak lilitan sekunder dan begitu juga sebaliknya. Pada transformator daya, peralatan akan beroperasi pada tegangan tinggi, saat penggunaan transformator daya itu berarti ada satu sisi di salah satu kumparan memiliki jumlah arus yang sangat besar. Hal itu menyebabkan adanya panas yang berlebih dan jika lama kelamaan di biarkan tanpa dilakukan pendinginan panas maka transformator akan berada pada puncak kejenuhan penggunaan dan akan menyebabkan pelepasan panas yang tiba-tiba ditandai dengan adanya percikan api, bahkan yang terburuk adalah sebuah ledakan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah isolasi yang mampu mendinginkan panas maupun menahan panas yang terjadi akibat arus yang sangat besar yang disebabkan oleh tegangan rendah pada sisi sekunder maupun primer dimana transformator masih mempertahankan daya yang sama baik di sisi primer maupun sekunder. Isolasi transformator bisa menggunakan minyak isolasi untuk mendinginkan panas tersebut, pendinginan transformator ada bermacam-macam salah satunya yang menggunakan minyak isolasi. Minyak isolasi pada transformator memiliki bermacam-macam kandungan gas diantaranya hidrogen, *methane*, *ethane*, *ethylene*, *acetylene*, *carbon monoxide*, *carbon dioxide*, *oxygen* dan *nitrogen*. Jika kandungan hidrogen mencapai 85% maka kandungan minyak tersebut sebagian besar akan terjadi korona, jika kandungan karbondioksida sebesar 92% maka minyak mengalami *overheated*, jika kandungan hidrogen mencapai 60% dan *acetylene* mencapai 30% berarti terdapat

percikan api di dalam minyak transformator hal ini sudah terdapat pada IEEE[6]

Menurut standar PLN 61:1997 transformator dapat disebut sebagai transformator daya jika memiliki tegangan primer minimum 20kV. Tabel 2. 1 menjelaskan hubungan kapasitas transformator dengan kapasitas daya transformator.

2.3 Minyak Transformator

Pada pembahasan sub-bab 2.2 telah dibahas bagaimana pentingnya isolasi transformator. Isolasi transformator ada berbagai macam, salah satunya adalah minyak isolasi. Minyak transformator memiliki berbagai macam jenisnya, minyak yang berada di pasaran adalah minyak diala, minyak esso, minyak univolt, minyak nynas, minyak BP. Fungsi minyak selain sebagai isolator dapat menjadi bahan disipasi transformator, karena minyak bersifat cair atau *liquid* maka minyak juga bias digunakan sebagai perlindungan untuk terjadinya peristiwa korosi dan oksidasi

Tabel 2. 1 Tabel Kapasitas Transformator

Kapasitas Transformator (kV)	Kapasitas Daya (MVA)
66/20	5
	6,3
	10
	16
	20
	30
150/20	10
	20
	30
	60
150/66	30
	60
	100
300/150	500

Pada umumnya, minyak transformator dilakukan pemeliharaan secara berkala, pemeliharaan yang dilakukan diantaranya adalah mengecek *breakdown voltage* minyak, mengecek kualitas minyak yang terdiri dari mengecek *water content*, mengecek mengecek warna, mengecek kandungan air, mengecek kadar asam. Selain karakteristik minyak yang telah disebutkan, minyak juga dicek furan, dan melakukan pengetesan *Dissolved Gas Analysis* sehingga dapat melihat TDGC minyak transformator.

Menurut standar SPLN 49-1:1982 minyak transformator memiliki kualitas minyak yang baik dengan ketentuan sesuai Tabel 2. 2

Tabel 2. 2 Ketentuan Minyak Standar SPLN 49-1:1982

Sifat Minyak Transformator	Standar
Massa Jenis 20°C (g/cm ³)	Kelas 1 = ≤ 0985 Kelas 2 = ≤ 0985
Viskositas Kinematik -20°C (cSt)	Kelas 1 = ≤ 40 Kelas 2 = ≤ 25
Titik Nyala (°C)	Kelas 1 = ≥ 140 Kelas 2 = ≥ 130
Titik Tuang (°C)	Kelas 1 = < 0.03 Kelas 2 = < 0.03
Faktor Kebocoran Dielektrik	Kelas 1 = ≤ 0.05 Kelas 2 = ≤ 0.05
Teg. Tembus (kV/mm)	Kelas 1 = ≥ 30 Kelas 2 = ≥ 30
Korosi Belerang	Tidak ada
Kotoran (%)	Kelas 1 = ≤ 0.10 Kelas 2 = ≤ 0.10

Tegangan tembus memiliki standar tersendiri sehingga dibahas di sub-bab mengenai *breakdown voltage*. Menurut IEC 60296-2003 minyak isolasi baru yang layak digunakan jika memenuhi syarat yaitu dengan viskositas maksimum 12 cSt, titik tuang tidak boleh lebih dari -40 °C, tegangan tembus sebelum pemakaian minimum 30kV/2.5mm dan 70kV/2.5mm setelah pemakaian. Tingkat kenetralan minyak transformator tidak boleh lebih dari 0.01 mg KOH/kg, densitas pada 20 °C maksimum adalah 0.985 g/ml, dan yang terakhir yaitu nilai kadar air dalam minyak baru tidak boleh lebih dari 30mg/kg.

2.4 Breakdown Voltage

Pengujian *breakdown voltage* merupakan sebuah pengujian untuk mengetahui seberapa besar nilai tegangan tembus pada suatu isolasi minyak transformator. Pada minyak transformator yang menyebabkan adanya tegangan tembus adalah suatu partikel yang harusnya tidak terdapat pada minyak tetapi karena penggunaan transformator yang panjang, dan penggunaan transformator yang berada di area bebas udara atau campuran apapun masuk maka ada partikel-partikel yang masuk ke dalam minyak transformator. Minyak transformator yang terdapat partikel akan membentuk seperti sebuah rongga udara yang berkapasitas dan memiliki kapasitansi di dalamnya, dimana sudah diketahui bahwa

kapasitansi memiliki fenomena *charging* dan *discharging* sehingga saat *discharging* akan ada tegangan tembus atau *breakdown voltage* (BDV) pada transformator. *Breakdown voltage* pada minyak transformator disebabkan oleh berbagai macam faktor, mulai dari kandungan air dalam minyak transformator, kondisi *thermal* transformator, keberadaan partikel dalam minyak transformator yang berupa debu, pasir, dll. Minyak transformator yang sudah dipakai berulang kali dapat menjadikan kondisi *breakdown voltage* minyak menurun, Tabel 2. 3 menjelaskan kriteria kondisi minyak transformator yang keadaannya masih performa sesuai dengan standar IEEE C57.106-2006

Tabel 2. 3 Tabel Batas *Breakdown Voltage*

<i>Breakdown Voltage</i> kV minimum	Kelas Tegangan		
	≤69 kV	69-230 kV	>230 kV
1 mm	25	28	30
2 mm	40	47	50

Peristiwa *breakdown* pada minyak diakibatkan oleh jenis minyak tersebut baru atau tidak (dapat disebut sebagai penuaan usia minyak), ada partikel lain yang terdapat pada minyak seperti debu, butiran halus, atau sebuah karbon yang muncul akibat *breakdown* sebelumnya, *breakdown* juga dipengaruhi oleh adanya *thermal fault*, bahkan kelembaban udara. Contoh alat pengujian untuk *breakdown voltage* pada Gambar 2. 2

2.5 *Dissolved Gas Analysis (DGA)*

Pengujian DGA bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur gas terlarut apa saja yang ada pada minyak transformator, dimana minyak transformator sendiri memiliki berbagai kandungan minyak. Dengan mengetahui unsur-unsur gas terlarut kita bisa mengambil kesimpulan dengan berpacu pada ketentuan IEEE[6] sehingga kita bisa menarik



Gambar 2. 2 Alat Pengujian *Breakdown Voltage*

trading dan mengetahui baik atau tidak peralatan transformator kita. Unsur-unsur gas yang dapat terdeteksi oleh DGA adalah hidrogen (H_2), methana (CH_4), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), etilen (C_2H_4), etana (C_2H_6), asetilen (C_2H_2), oksigen (O_2), dan nitrogen (N_2). Gas tersebut terbentuk oleh akibat adanya gangguan *thermal* dan berasal dari gangguan elektrik. Gas yang terdapat pada transformator juga terbentuk akibat dekomposisi minyak dan isolator yang berakibat kepada peristiwa *arching*.

Tabel 2. 4 menjelaskan tentang metode *key gases* pada minyak transformator sesuai dengan IEEE C57.104.1991. Penjelasan mengenai Tabel 2. 4 adalah hidrogen dapat muncul di isolasi minyak transformator saat transformator bekerja dibawah $150^{\circ}C$ dapat muncul koronasaat temperatur melebihi $250^{\circ}C$. Penyebab timbulnya unsur hydrogen adalah terjadi peristiwa *partial discharge*, *thermal faults*, *galvanized pasts*, *stainless steel*, dan cahaya matahari yang terus-menerus. Gambar 2. 3 menunjukkan contoh alat pengujian DGA yang dipakai di PLN TJBTB

Tabel 2. 4 Tabel Diagnosis Kegagalan Menurut Key Gases

Diagnosis Kegagalan pada Transformator	Gas	Jumlah Gas (dalam persen)
<i>Arching</i>	Asetilen	$H_2 = 60\%$ $C_2H_2 = 30\%$
Korona	Hidrogen	$H_2 = 85\%$ $CH_4 = 13\%$
Pemanasan Minyak Berlebih	Etilen	$C_2H_4 = 63\%$ $C_2H_6 = 20\%$
Pemanasan Selulosa Berlebih	Karbon Monoksida	$CO = 92\%$



Gambar 2. 3 Alat Pengujian Dissolved Gas Analysis

Metana terbentuk saat suhu mencapai 150-300°C, disebabkan oleh korona, *partial discharge*, *low and medium temperature thermal faults*. Karbon monoksida terbentuk saat suhu minyak mencapai 105-300°C (jika terkena dekomposisi dan karbonasi di atas 300°C baru terbentuk karbon monoksida), penyebab terbentuk gas ini adalah ada *thermal faults* yang terpengaruh oleh adanya selulosa (isolasi kertas) dari oksidasi minyak.

Karbon dioksida terbentuk bersamaan dengan karbon dioksida, disebabkan oleh penuaan minyak transformator, adanya *thermal faults* akibat selulosa, dan akumulasi dari jumlah oksidasi minyak. Etilen terbentuk saat suhu minyak mencapai 300-700°C disebabkan, pelepasan muatan.

Etana terbentuk saat suhu mencapai 200-400°C disebabkan oleh *thermal faults*. Asetilen terbentuk saat suhu transformator mencapai lebih dari 700 °C disebabkan oleh panas dan dapat menyebabkan *arching*. Sedangkan, oksigen terbentuk mengikuti *drop temperature* akibat dari udara luar yang masuk, serta gas bocor, dan bocornya inti bola.

Menurut IEC 60599, kasus unsur-unsur gas dibedakan menjadi 4 kondisi yang diperjelas melalui Tabel 2. 5 Nomor 1 menandakan transformator tersebut masih dalam tahap baik atau disebut normal. Nomor 2 dan nomor 3 menandakan transformator tersebut dapat mengalami kegagalan. Nomor 4 menandakan jika transformator masih digunakan, maka transformator segera mengalami kerusakan.

Tabel 2. 5 Kondisi Transformator

No	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂
1	≤100	≤120	≤350	≤2500	≤50	≤65	≤1
2	101-700	121-400	351-570	2501-4000	51-100	66-100	2-9
3	701-1800	401-1000	571-1400	4001-10000	101-200	101-150	10-35
4	>1800	>1000	>1400	>10000	>200	>150	>35

2.6 Metode Regresi Linier Berganda

Analisis regresi berganda digunakan untuk mencari pengaruh terhadap berbagai variabel x (independent) terhadap variabel y (dependent).

Untuk melakukan metode regresi linier berganda diperlukan pengecekan data yang diperoleh, dengan melakukan uji asumsi [7]. Pengecekan asumsi ada berbagai macam yaitu:

- a) Uji Normalitas
- b) Uji Homoskedasitas
- c) Uji Reliabilitas
- d) Uji Autokorelasi
- e) Uji Multikolinieritas
- f) Uji Linieritas

Uji asumsi yang diharapkan yaitu data memiliki hasil normalitas, tidak terjadi gejala homoskedasitas, harus terjadi reliabilitas, bersifat autokorelasi, tidak terjadi multikolinieritas, dan harus linier.

2.6.1 Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji yang dilakukan sebelum melakukan analisis regresi linier terapan untuk mengetahui data yang terdapat pada analisis kita tidak memiliki jangkauan yang terpantau jauh, dengan artian *range* data yang dimiliki harus identik, tanpa memiliki keseragaman data terlalu sering.

Normalitas bisa di uji melalui *scatter-plot* dan uji normalitas residual, dengan ketentuan output berupa hipotesa.

H0 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki hubungan yang normal

H1 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki hubungan yang normal

Jadi, menurut ketentuan di harapkan hipotesa H0 diterima.

2.6.2 Uji Homoskedasitas

Uji homoskedasitas adalah perlakuan uji asumsi untuk melihat keberadaan variabel x terhadap variabel y , dimana uji ini baru terpenuhi jika variabel x tersebar tanpa membentuk suatu pola tertentu (untuk melihat dari segi *scatter-plot*) atau bisa juga memakai uji Park, dimana uji Park digunakan untuk menguji homoskedasitas menggunakan nilai LN-nya.

Hasil dari uji homoskedasitas juga memiliki dua hipotesa, yaitu:

H0 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki homoskedasitas

H1 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y tidak memiliki homoskedasitas

Jadi, menurut ketentuan di harapkan hipotesa H_0 ditolak.

2.6.3 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas adalah uji untuk mengetahui semua variabel memiliki *cronbach alpha* lebih besar dari standar *alpha* untuk mengetahui data ini bisa dipertanggung-jawabkan. Semua nilai variabel harus memiliki nilai r hitung lebih besar daripada r table dengan tingkat signifikansi 0.05 sehingga data keluaran yang dilihat nanti bisa dianggap benar.

2.6.4 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah uji yang bertujuan mengetahui ada atau tidaknya korelasi antara variabel x dan variabel y secara keseluruhan. Uji ini menggunakan uji asumsi klasik berdasarkan Durbin-Watson. Uji ini memiliki 2 deteksi, yaitu: autokorelasi positif dan autokorelasi negative.

Autokorelasi positif memiliki tiga keluaran, yaitu:

- a. $dW < dL$ terdapat autokorelasi positif
- b. $dW > dU$ tidak terdapat autokorelasi positif
- c. $dL < dW < dU$ pengujian tidak dapat di regresi

Autokorelasi negatif memiliki tiga keluaran, yaitu:

- a. $(4 - dW) < dL$ maka terdapat autokorelasi negatif
- b. $(4 - dW) > dU$ tidak terdapat autokorelasi negatif
- c. $dL < (4 - dW) < dU$ pengujian tidak dapat di regresi

Nilai dL adalah nilai durbin-lower, nilai dU adalah nilai durbin-upper, dan nilai dW adalah nilai durbin-watson yang terbaca dari hasil pengolahan data.

Hasil dari uji autokorelasi juga memiliki dua hipotesa, yaitu:

H_0 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki autokorelasi

H_1 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y tidak memiliki autokorelasi

Jadi, menurut ketentuan di harapkan hipotesa H_0 diterima.

2.6.5 Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas adalah uji untuk mengetahui korelasi antar variabel x atau variabel *independent* terhadap variabel itu sendiri. Sehingga diharapkan tidak terjadi multikolinieritas, karena sesuai dengan

nama variabel *independent* yang berarti berdiri sendiri, diharuskan setiap variabel *independent* tidak memiliki keterikatan satu sama lain.

Uji multikolinieritas bisa di uji dengan berbagai macam cara pengujian, salah satunya adalah pengujian Pearson, cara pengecekan ada atau tidak terjadi multikolinieritas adalah melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) pada hasil data tidak boleh melebihi nilai 10, dengan signifikansi tidak boleh lebih dari 0.05

Hasil dari uji multikolinieritas juga memiliki dua hipotesa, yaitu:

H0 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki multikolinieritas

H1 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y tidak memiliki multikolinieritas

Jadi, menurut ketentuan di harapkan hipotesa H0 ditolak

2.6.6 Uji Linieritas

Uji linieritas adalah suatu uji yang penting untuk melihat apakah nilai dari variabel x terhadap nilai variabel y bersifat linier. Pengujian ini dilihat dari nilai F tabel dan F hitung, F hitung bisa di dapatkan dari:

$$F_{tabel} = \frac{JK(reg)/k}{JK_{residu}/(n-k-1)} \quad (2.2)$$

Dengan JKregresi adalah jumlah regresi, JKresidu jumlah residu, n adalah jumlah data, dan k adalah jumlah variabel x .

Hasil dari uji multikolinieritas juga memiliki dua hipotesa, yaitu:

H0 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki linieritas

H1 = Data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y tidak memiliki linieritas

Jadi, menurut ketentuan di harapkan hipotesa H0 diterima. Jika hasil uji linieritas tidak diterima, maka dapat diabaikan saat keluaran yang dilihat hanya melihat hipotesa, bukan suatu pengaruh antar variabel.

2.6.7 Analisis Regresi Linier Berganda

Hasil dari regresi linier berganda merupakan sebuah keluaran berupa:

$$y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_kx_k \quad (2.3)$$

Untuk mencari koefisien a_0, a_1, a_2 , hingga a_i maka dapat menggunakan persamaan 2.2-2.5 dengan cara mengevaluasi nilai masing-masing sampai menemukan nilai keluaran.

$$\sum y_i = a_0 n + a_1 \sum x_{1i} + a_2 \sum x_{2i} + \dots + a_k \sum x_{ki} \quad (2.4)$$

$$\sum x_{1i} y_i = a_0 \sum x_{1i} + a_1 (\sum x_{1i})^2 + a_2 \sum x_{1i} x_{2i} + \dots + a_k \sum x_{1i} x_{ki} \quad (2.5)$$

$$\sum x_{2i} y_i = a_0 \sum x_{2i} + a_1 \sum x_{1i} x_{2i} + a_2 (\sum x_{2i})^2 + \dots + a_k \sum x_{2i} x_{ki} \quad (2.6)$$

... ..

$$\sum x_{ki} y_i = a_0 \sum x_{ki} + a_1 \sum x_{1i} x_{ki} + a_2 \sum x_{2i} x_{ki} + \dots + a_k \sum (x_{ki})^2 \quad (2.7)$$

Kesalahan estimasi atau disebut sebagai nilai *error* adalah penentuan dari masing-masing peneliti, ada yang memperbolehkan 10%, 5%, bahkan 1%. Untuk estimasi kesalahan yang biasa dipakai adalah 5%. Bidang kedokteran menggunakan standar estimasi kesalahan 1% karena berhubungan dengan kondisi makhluk hidup.

Selain hasil nilai keluaran berupa fungsi y yang dapat di analisis pada regresi linier berganda adalah berapa besar variabel x berpengaruh terhadap variabel y menggunakan nilai R^2

$$R^2 = \frac{JK(reg)}{\sum Y^2} \quad (2.8)$$

R^2 merupakan nilai koefisien regresi, untuk JK adalah jumlah kuadrat regresi, dan $\sum Y$ adalah jumlah kuadrat total korelasi dalam bentuk deviasi.

Menurut jurnal [7] bahwa nilai koefisien regresi menunjukkan seberapa besar regresi yang dimiliki. Nilai 0-0.2 berarti hubungan dua variabel sangat lemah, 0.21-0.4 memiliki hubungan yang lemah, 0.41-0.6 memiliki hubungan yang cukup, 0.61-0.8 berarti memiliki hubungan yang kuat, dan 0.81-1.0 memiliki hubungan yang sangat kuat.

Selain nilai R^2 ada nilai R yang merupakan hasil keluaran berupa seberapa besar variabel x dapat mempengaruhi keseluruhan variabel y , semisal nilai $R = 0.45$ berarti variabel x memiliki pengaruh sebesar 45% terhadap variabel y , tetapi masih ada 55% pengaruh lain yang dapat mempengaruhi variabel y .

Nilai R didapatkan melalui perhitungan untuk mengetahui pengaruh nilai-nilai variabel x terhadap variabel y

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2.9)$$

Selain itu, ada pengujian berupa uji t , dan uji F . Uji t , adalah uji yang memberikan keluaran pengaruh antar keduanya yang berupa suatu nilai. Nilai tersebut bisa berupa negatif maupun besaran positif, dimana saat besaran negatif maka variabel x mempengaruhi variabel y bertolak belakang, dimana jika variabel x naik variabel y signifikan turun.

2.7 *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*

SPSS adalah sebuah program untuk mempermudah pengolahan data statistik yang dapat menganalisis statistika yang rumit sekalipun, analisis data dengan analisis *string*, analisis *big data*, dan *machine learning*. Program ini memiliki fitur yang sederhana, sehingga sangat mudah untuk digunakan.

BAB III

PERANCANGAN METODE ANALISIS REGRESI

Pada bab ini membahas mengenai transformator yang digunakan untuk melakukan penelitian pengaruh hubungan unsur-unsur gas yang terdapat pada minyaktransformator terhadap *breakdown voltage* berdasarkan hasil uji *Dissolved Gas Analysis Test*. Pembahasan diteruskan tentang berdasarkan data yang di dapat hasil-hasil minyak tersebut memiliki sebuah indikasi, dan data yang memiliki indikasi tertentu dikelompokkan. Setelah membahas dari segi transformator, maka pembahasan dilanjutkan dengan mengecek perlakuan metode statistika yang dapat menyelesaikan data tersebut sehingga dapat menghasilkan analisis pengaruh antar unsur minyak dengan *breakdown voltage*.

3.1 Karakteristik Transformator

Transfomator yang dipakai pada penelitian ini adalah transformator daya, yang diambil dari PT. PLN TJBTB di Sepanjang, Waru. PT. PLN TJBTB memiliki laboratorium tersendiri yang berhak meneliti, dan mengurus minyak-minyak transformator yang berada di wilayah Jawa bagian Timur dan Bali. Pengambilan data ini berisi 300 data minyak transformator, yang berdasarkan hasil uji dari tahun 2016, dan 2017. Pengambilan data ini meliputi data *dissolved gas analysis* yang berisi sembilan (9) unsur gas, dan data *breakdown voltage*.

Tabel 3.1 memperlihatkan data transformator yang digunakan untuk memecahkan penelitian ini. Table 3.1 menunjukkan bahwa jenis dara yang digunakan memiliki beberapa rating tegangan dan rating daya yang berbeda, dimana hal tersebut membuktikan bahwa penelitian ini tidak berfokus pada rating tegangan maupun rating daya suatu transformator tetapi hanya berfokus pada unsur-unsur gas yang dimiliki transformator tersebut berdasarkan data dari pengujian 2 (dua) tahun terakhir pada PT. PLN TJBTB Sepanjang, Waru.

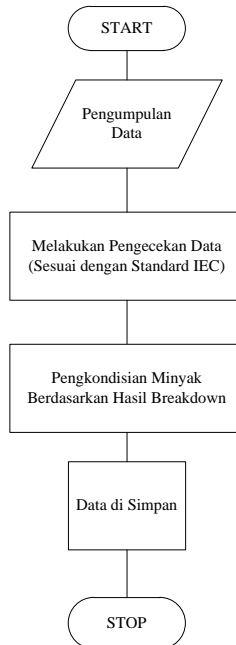
Transformator yang terdapat pada data analisis ini merupakan transformator hasil pengujian yang memiliki penempatan berbeda-beda mulai dari Surabaya hingga Bali.

Tabel 3. 1 Tabel *Rating* Tegangan dan Daya Transformator

No.	Rating Tegangan Primer dan Sekunder (kV/kV)	Rating Daya (MVA)	Jumlah Data (buah)
1.	70/20	10	3
2.	70/20	20	16
3.	70/20	30	12
4.	150/20	10	6
5.	150/20	15	1
6.	150/20	16	1
7.	150/20	20	10
8.	150/20	30	26
9.	150/20	40	1
10.	150/20	50	32
11.	150/20	60	111
12.	150/70	35	8
13.	150/70	39	2
14.	150/70	50	9
16.	150/70	60	5
17.	150/70	100	7
18.	500/150	167	19
19.	500/150	500	29

3.1.1 Kategori Data Menurut Hasil Uji *Breakdown Voltage*

Karakteristik minyak transformator mengenai *breakdown voltage* sudah dibahas melalui Bab 2. Pembahasan ini mengenai hasil dari 300 data yang di dapatkan tergolong pada kondisi *breakdown* atau tidak sehingga dapat mengetahui *trending* dari data yang dianalisis. Gambar 3. 1 menunjukkan proses atau metode yang digunakan untuk mengolah data yang sudah didapatkan. Menurut Tabel 2. 3 penjelasan tentang berapa besar nilai *breakdown* yang di dapatkan melalui pengujian BDV. Standar tersebut membuktikan bahwa semakin besar nilai dari *breakdown* yang didapatkan, maka semakin bagus kualitas minyak transformator yang di uji. Data tranformator digolongkan sesuai kualitas minyak tersebut berdasarkan standar yang sudah ada, dan data tersebut akan menjadi acuan untuk penelitian regresi.

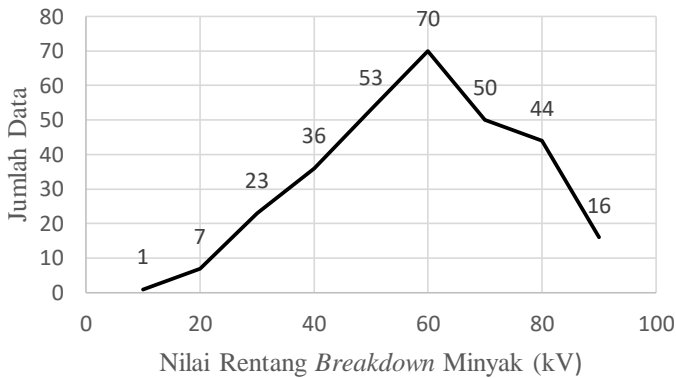


Gambar 3. 1 Metode Pengolahan Data *Breakdown Voltage*

Menurut hasil data yang sudah di dapat, dan sudah melalui proses penyaringan data sesuai dengan metode yang digunakan pada Gambar 3. 2 hasil dari data sangat bervariasi, penelitian ini menggunakan tegangan transformator yang berada pada kelas tegangan 63-230 kV dan memiliki sela bola 2mm, sehingga batas minimal *breakdown* adalah 47 kV agar dapat tergolong minyak yang berkualitas baik dan belum mengalami *breakdown*. Sesuai dengan Gambar 3. 2 dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat 67 *sample* data yang terdapat indikasi mengalami *breakdown* saat dilakukan pengujian, dan ada 233 *sample* data yang tidak atau belum mengalami *breakdown* sehingga dapat dikatakan bahwa *sample* minyak masih tergolong baik.

3.1.2 Kategori Data Menurut Hasil Uji DGA

Hasil Uji *Dissolved Gas Analysis* (DGA) memiliki berbagai macam varian, sehingga menurut Tabel 2. 5 kita dapat mengkategorikan kondisi



Gambar 3. 2 Penyebaran BDV pada Data Transformator

minyak menurut IEEE. Metode yang digunakan untuk mengkategorikan ada pada Gambar 3. 3.

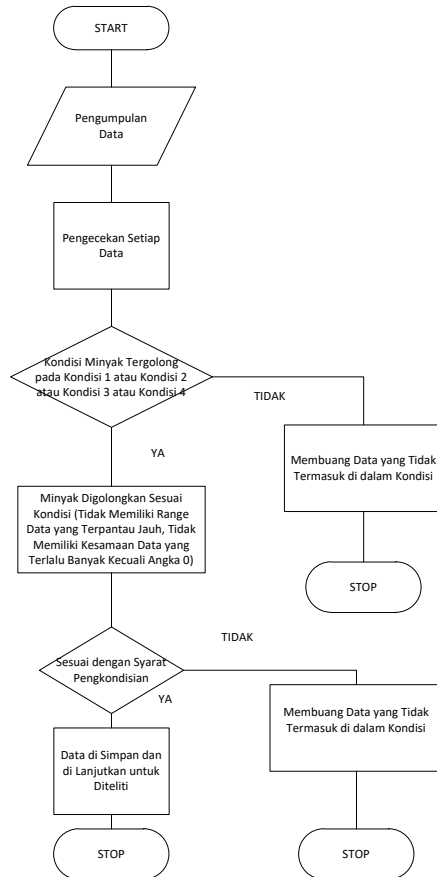
Untuk mendapatkan hasil yang efektif untuk digunakan mencari pengaruh antara unsur-unsur minyak yang terdapat pada hasil uji DGA. Pada awal, data yang didapatkan melebihi 300 data, tetapi karena *range* antar data terlalu jauh sehingga menimbulkan distribusi yang kurang normal maka sesuai dengan teori *center limit* maka data yang memiliki 9 variabel x dapat menggunakan data minimum 30 data per-satu variabel[4], dengan mengikuti teori tersebut kita dapat s memperkecil ruang kerja untuk lebih fokus meneliti regresi antara pengaruh unsur minyak dengan *breakdown*. Untuk menyaring data, dengan metode sesuai pada Gambar 3. 3.

3.1.3 Korelasi TDCG dengan Hasil Uji BDV

Untuk mengetahui TDCG (*Total Dissolved Combution Gas*) adalah dengan menghitung dari jumlah kandungan yang terdapat pada masing-masing unsur, kecuali gas nitrogen, oksigen, dan karbon dioksida karena ketiga gas tersebut tidak mudah terbakar.

$$TDCG = H_2 + CH_4 + CO + C_2H_4 + C_2H_6 + C_2H_2 \quad (3.1)$$

Tabel 3. 2 memperlihatkan hasil perhitungan TDCG dengan memakai contoh 5 data.



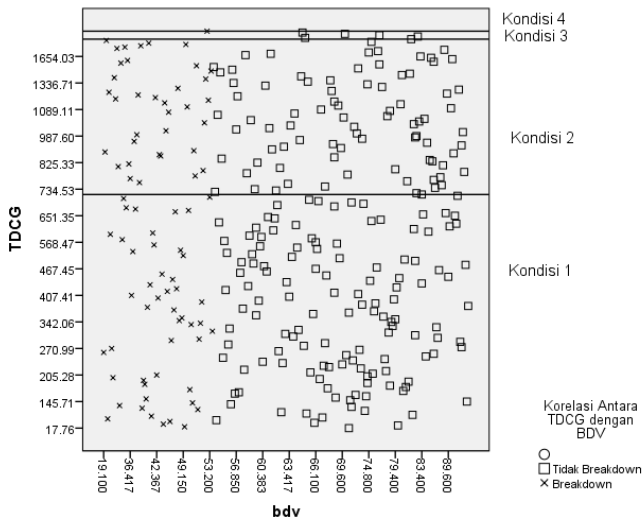
Gambar 3. 3 Metode Pengelompokan Data

Hasil pada Tabel 3. 2 sesuai dengan Persamaan 3.1, maka dari hasil tersebut kita dapat mengolah data TDCG untuk melihat *trend* TDCG pada hasil *breakdown* dengan ketentuan dibawah 47 kV terjadi *breakdown* pada minyak. Metode ini dijelaskan oleh Gambar 3.3 metode tersebut digunakan agar dapat melihat sebaran data yang sudah di dapatkan memiliki *trend* atau *threshold* tersendiri atau tidak. Sehingga mempermudah untuk menganalisa hasil regresi selanjutnya.

Tabel 3. 2 Tabel Pengelompokkan Kondisi Gas Beserta TDCG

No.	H_2	CH_4	CO	CO_2	C_2H_4	C_2H_6	C_2H_2	TDCG	Kondisi
1	0	0	432.3	1380.96	5.01	0	0	437.3	1
2	0	8.16	2766	982.256	3.3	40.34	0	2828.7	3
3	0	0	401.2	2817.27	15.6	6.08	1.1	424.1	1
4	0	59.47	242.58	2336.43	28.3	772.9	0	1103.3	2
.	
.	
.	
.	
300	64.38	22.08	1212.3	84.79	5.4	161.03	0	337.67	1

Dapat dilihat dari hasil pada Tabel 3. 2 menunjukkan bahwa bukan hanya hasil TDCG yang menjadi acuan kondisi minyak tergolong pada kondisi berapa, melainkan dari masing-masing unsur gas sesuai dengan standar IEEE std. C57-104[8].



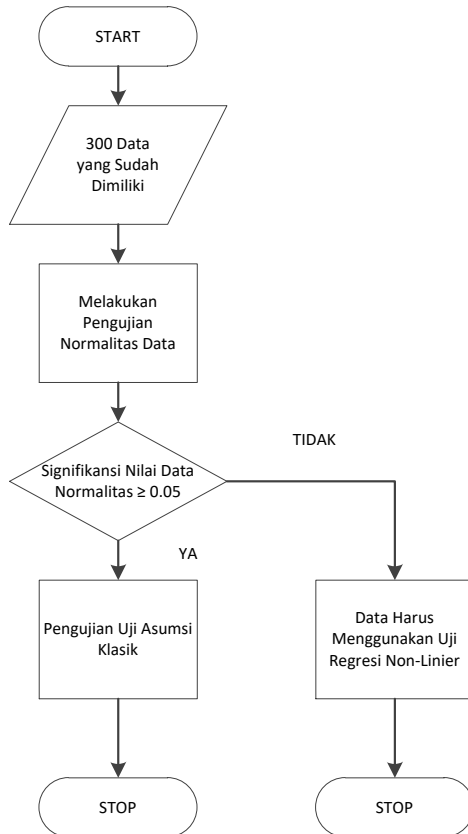
Gambar 3. 4 Grafik Penyebaran BDV Sesuai dengan TDCG

Pembuatan grafik antara TDCG dengan BDV bertujuan untuk mengetahui *trend*, jadi pada grafik dibedakan yang telah mengalami *breakdown* dengan tanda kotak dan yang belum mengalami *breakdown* dengan simbol silang sehingga dapat mudah untuk dibedakan. Gambar 3. 4 menunjukkan bahwa penyebaran BDV bersifat sangat luas, tanpa ada batasan. Batasan yang dimaksud adalah BDV bisa terjadi kapan saja, saat TDCG tinggi maupun saat TDCG rendah.

Kondisi TDCG tertulis sesuai pada IEC 60599, transformator termasuk pada kondisi 1 jika nilai TDCG <721. Kondisi 2, jika TDCG transformator 721-1920, sedangkan untuk kondisi 3 nilai TDCG dari 1921-4630. Kondisi 4 yang menandakan jika minyak transformator harus segera dilakukan tindakan jika TDCG bernilai >4630 ppm

3.2 Uji Asumsi Regresi Linier Berganda

Bab ini membahas tentang metode yang digunakan untuk mendapatkan tujuan yang sesuai untuk penelitian ini. Metode regresi bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara satu variabel *dependent* (variabel y) terhadap variabel *independent* (variabel x). Metode regresi memiliki dua jenis, yaitu regresi linier maupun non-linier. Percobaan pertama pada penelitian ini adalah membuktikan bahwa data yang



Gambar 3. 5 Metode Pengujian Penggunaan Jenis Regresi

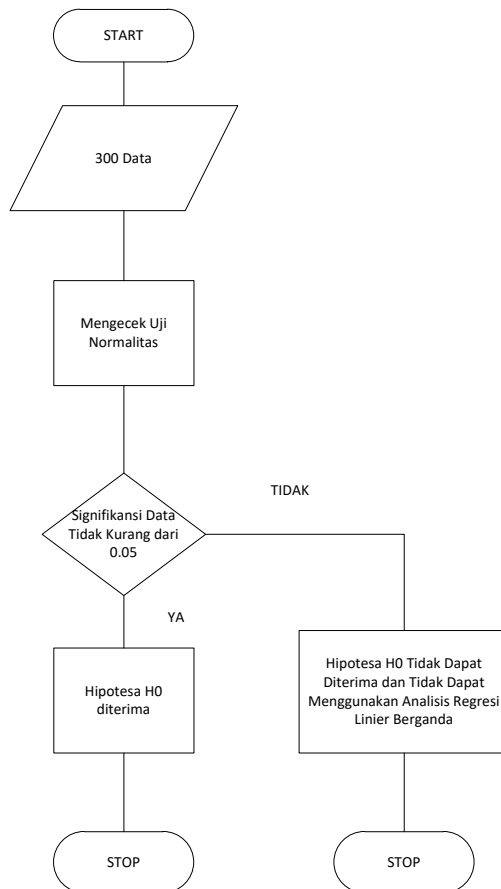
dimiliki dapat diselesaikan menggunakan metode regresi linier. Metode regresi linier berganda bermaksud bahwa penelitian ini mencari pengaruh antara dua variabel yang memiliki berbagai macam data varian.

Gambar 3. 5 menjelaskan tentang sebuah data dapat diproses menggunakan regresi linier berganda, bahwa data tersebut harus memenuhi persyaratan bahwa data berdistribusi normal. Menurut statistika, data dapat dikatakan normal jika data memiliki signifikansi lebih dari 0.05

Sesuai dengan Gambar 3. 5 diperlukan pengecekan untuk mengetahui apakah pengujian data yang di dapat menggunakan regresi non-linier atau menggunakan uji regresi non-linier. .

3.2.1 Uji Normalitas

Pengujian uji normalitas digunakan untuk mengetahui data berdistribusi normal dan dapat menggunakan uji regresi linier berganda. Metode untuk melakukan pengujian ini sesuai dengan Gambar 3. 6



Gambar 3. 6 Pengujian Uji Normalitas

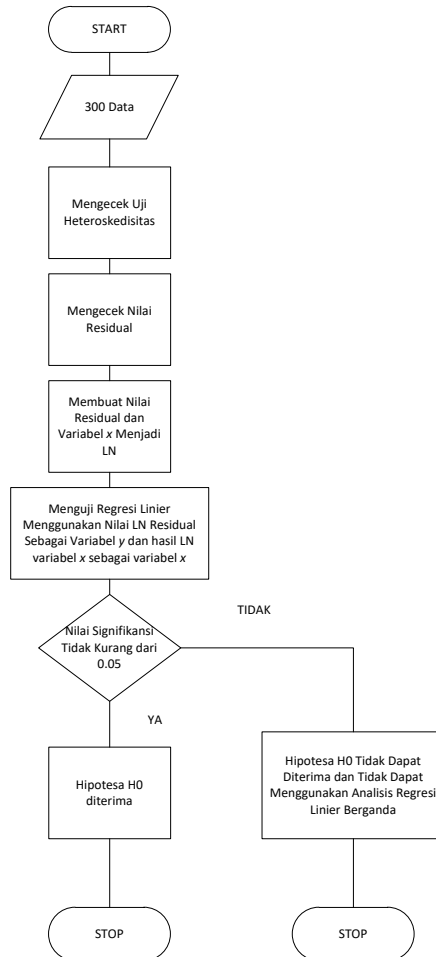
Pengujian normalitas menggunakan *error* sebagai acuan untuk melihat nilai signifikansi. Pertama-tama data yang dimiliki dijalankan menggunakan metode regresi linier, lalu setelah mendapatkan nilai RES1 atau dapat disebut sebagai nilai *error* data hasil dari RES1 digunakan untuk melihat penyebaran data.

Dengan data yang telah dimiliki, Sig. menunjukkan 0.200 berarti data dikatakan berdistribusi normal karena memiliki signifikansi lebih dari 0.05, tujuan pengujian ini untuk membuktikan bahwa data yang diuji memiliki *range* data yang tidak bervariasi dan tidak terlalu memiliki data yang sama atau identik. Sehingga hasil dari uji regresi dapat menunjukkan hasil yang signifikan dan tidak menimbulkan hasil pengujian yang tidak dapat dipertanggungjawabkan. Sehingga pengujian normalitas ini memiliki hipotesa yaitu H_0 diterima dan H_1 ditolak. H_0 diterima memiliki arti bahwa data variabel x yang merupakan data independen dengan data variabel y memiliki hubungan yang normal.

3.2.2 Uji Heteroskedastisitas

Uji ini menggunakan metode uji Park, di dalam uji asumsi untuk mengetahui keberagaman data atau penyebaran data yang dimiliki. Jika terjadi heteroskedastisitas dapat mengakibatkan *error* atau residual berubah-ubah dan dapat membuat hasil dari uji regresi tidak dapat dipertanggungjawabkan. Metode ini menggunakan pemodelan LN dari data yang dimiliki, dimana semua data ditransformasikan menjadi bentuk LN.

Uji ini juga membutuhkan LN RES1 atau dapat disebut sebagai hasil transformasi error pengujian regresi dari data. Jadi, data dapat diketahui penyebaran dari data yang dimiliki. Metode pengujian ini juga memiliki dua hasil, yaitu H_0 dan H_1 . Pengujian dilakukan sebelum melakukan pengujian regresi linier.



Gambar 3. 7 Metode Pengujian Asumsi Heteroskedesitas

Metode pengujian heteroskedasitas dijelaskan oleh Gambar 3. 7. Penjelasan lengkapnya adalah data yang dimiliki dengan variabel x berupa unsur-unsur gas, yaitu:

1. Hidrogen (H_2)
2. Metana (CH_4)
3. Karbon Monoksida (CO)

4. Karbon Dioksida (CO_2)
5. Etilen (C_2H_4)
6. Etana (C_2H_6)
7. Asetilen (C_2H_2)
8. Oksigen (O_2)
9. Nitrogen (N_2)

Pengujian ini harus mengetahui nilai residual atau *error* terlebih dahulu, nilai tersebut dapat dilihat dengan menguji semua variabel x dengan variabel y dengan cara *unstandarized* sehingga dapat mengetahui nilai residual, setelah mengetahui nilai dari residual kesembilan variabel sebelum mentransformasikan variabel x hasil residual tersebut di transformasikan ke dalam besaran LN.

Setelah itu, kesembilan variabel yang harus ditransformasikan ke dalam nilai besaran LN. Kemudian setelah semua memiliki besaran LN masing-masing uji Park untuk Heteroskedesitas ini meregresi nilai LN dari hasil residual sebagai variabel y dan nilai LN dari variabel x menjadi variabel x .

Hasil yang dapat di analisis adalah bagian *coefficients* pada kolom Sig. atau signifikansi, jika nilai signifikansi lebih dari 0.05 maka hasil yang diperoleh H_0 ditolak, dan H_1 diterima.

Hasil dari pengujian ini diperlihatkan oleh Tabel 3. 3, jika dilihat dari hasil pengujian ini di dapatkan bahwa signifikansi masing-masing data lebih dari 0.05 yang menandakan bahwa data yang dimiliki tidak terdapat gejala heteroskedesitas sehingga nilai residual tetap konstan walaupun nilai variabel x diubah menjadikan data yang dimiliki memiliki nilai *error* atau residual yang konstan jadi hasil dari regresi dapat di pertanggung-jawabkan.

3.2.3 Uji Multikolinieritas

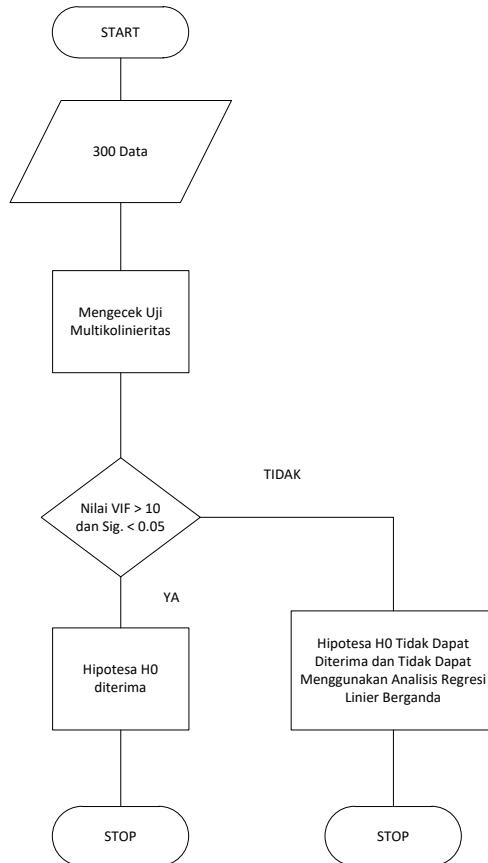
Pengujian multikolinieritas digunakan untuk mengetahui didalam model regresi pada data terdapat sebuah korelasi antar variabel *independent* yaitu variabel x [9].

Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Heteroskedesitas

	Model	Sig.
1	(Constant)	.215
	Hidrogen	.127
	Metana	.053
	Karbon Monoksida	.406
	Karbon Dioksida	.445
	Etilen	.366
	Etana	.452
	Asetilen	.102
	Oksigen	.251
	Nitrogen	.308

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antar dua variabel, jadi diharapkan tidak terjadi multikolinieritas atau terjadi hubungan antar variabel x , pengujian ini bertujuan untuk memastikan dari kesembilan unsur-unsur gas tidak memiliki hubungan atau korelasi tersendiri, seperti nitrogen menjadi naik saat oksigen naik, atau asetilen turun saat hidrogen turun. Pengujian ini memastikan agar hasil yang kita dapatkan tidak dapat tumpang tindih satu sama lain dan mengganggu penelitian.

Metode yang digunakan untuk menguji asumsi ini adalah dengan melihat VIF atau *Variance Inflation Factor*. VIF sendiri adalah sebuah faktor kenaikan dari variabel x Keluaran dari hipotesa ini adalah H_0 diharapkan ditolak, yaitu tidak terjadi multikolinieritas antar variabel x . Selain melihat nilai VIF, kita juga harus melihat nilai Sig. atau signifikansi dimana nilai tersebut tidak boleh lebih dari 0.05. Nilai VIF tidak boleh lebih dari 10 sehingga dapat diberi kesimpulan bahwa data



Gambar 3. 8 Metode Pengujian Uji Multikolinieritas

yang dimiliki tidak memiliki gejala multikolinieritas. Metode yang digunakan dijelaskan oleh *flowchart* pada Gambar 3. 8 Setelah melakukan pengujian uji multikolinieritas menggunakan Sembilan (9) unsur gas dan 300 data yang dimiliki hasil yang di dapat $VIF < 10$ dan signifikansi data tidak lebih dari 0.05 sehingga dapat di ambil kesimpulan bahwa data yang dimiliki tidak terdapat gejala multikolinieritas sehingga H_0 bisa ditolak dan H_1 diterima. Hasil dari pengujian yang dilakukan untuk melihat gejala multikolinieritas data diperlihatkan pada Tabel 3. 4

Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Uji Multikolinieritas

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 (Constant)		
Hidrogen	.961	1.041
Metana	.333	3.003
Karbon Monoksida	.566	1.766
Karbon Dioksida	.672	1.489
Etilen	.359	2.782
Etana	.547	1.828
Asetilen	.945	1.058
Oskigen	.822	1.217
Nitrogen	.558	1.792

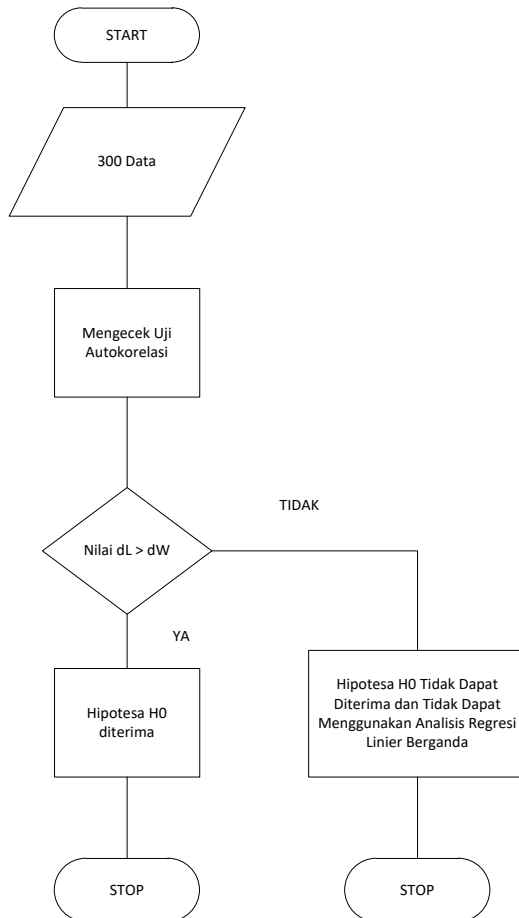
3.2.4 Uji Autokorelasi

Uji ini sebenarnya dilakukan untuk data yang memiliki susunan dalam rangkaian waktu atau disebut sebagai *time series*, karena data yang dimiliki berupa data dalam kurun waktu 2 tahun, maka tetap menggunakan uji asumsi autokorelasi yaitu uji ini untuk mengetahui ada *error* yang berlebih atau tidak akibat waktu.

Metode yang digunakan untuk menguji asumsi ini adalah dengan melihat nilai dW dari hasil simulasi dengan dU dan dL pada tabel Durbin-Watson. Jika $dL > dW$ maka terjadi autokorelasi positif, dan H_0 diterima.

Sehingga untuk lolos dari uji asumsi ini kita mengharapkan H_0 diterima, metode yang digunakan untuk melihat ada atau tidak hubungan autokorelasi pada asumsi ini dijelaskan pada Gambar 3. 9

Pada Tabel 3. 5 diperlihatkan bahwa nilai dW adalah 1.144, sedangkan berdasarkan tabel Durbin Watson dL berangka 1.75619, dan dU berangka 1.86560. Angka dU dan dL didapatkan dari tabel, dimana sesuai dengan jumlah data dan jumlah variabel x .



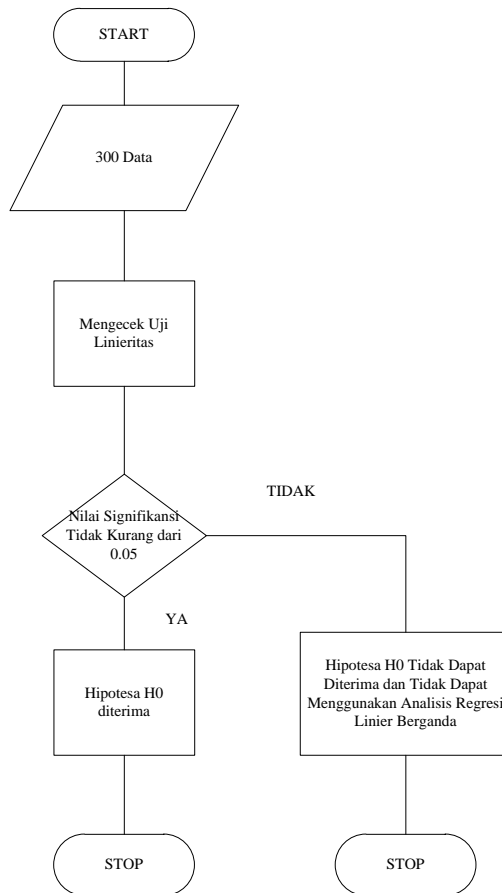
Gambar 3. 9 Metode Pengujian Asumsi Autokorelasi

Tabel 3. 5 Hasil Pengujian Autokorelasi

Model	R	R Square	Durbin-Watson
1	.325	.105	1.144

3.2.5 Uji Linieritas

Pengujian linieritas untuk memastikan bahwa data yang dimiliki benar-benar memiliki hubungan yang linier pada masing-masing data unsur gas dengan hasil uji BDV pada minyak transformator. Pengujian ini dilakukan dengan hasil signifikansi pada masing-masing data, jika data memiliki signifikansi lebih dari 0.05 maka data tersebut bersifat linier. Metode yang digunakan dijelaskan pada Gambar 3. 10



Gambar 3. 10 Metode Pengujian Linieritas

Hasil pada uji linieritas dijelaskan pada Tabel 3. 6, seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 3. 6 hasil uji linieritas pada sembilan (9) unsur data terhadap BDV memiliki data yang linier sehingga sebagai hasil uji asumsi terakhir padaasumsi regresi linier berganda yang harus terpenuhi, maka dapat disimpulkan bahwa 300 data yang telah dimiliki dapat menggunakan regresi linier berganda

Tabel 3. 6 Hasil Pengujian Linieritas

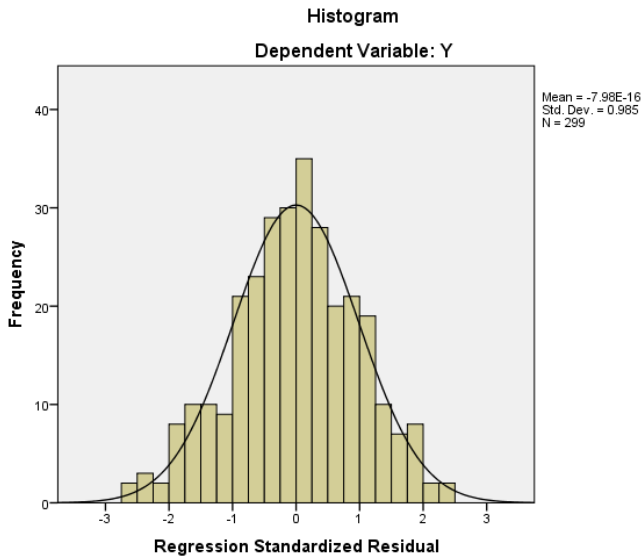
No.	Nama Unsur Gas	Signifkansi
1	Hidrogen (H_2)	0.61
2	Metana (CH_4)	0.904
3	Karbon Monoksida (CO)	0.53
4	Karbon Dioksida (CO_2)	0.21
5	Etilen (C_2H_4)	0.98
6	Etana (C_2H_6)	0.263
7	Asetilen (C_2H_2)	0.159
8	Oksigen (O_2)	0.373
9	Nitrogen (N_2)	0.355

Hasil uji dari uji asumsi regresi linier dapat dilihat melalui grafik yaitu hasil uji normalitas dan linier, beserta hasil uji heteroskedesitas. Gambar 3. 11 merupakan pembentukan grafik uji asumsi normalitas dan Gambar 3. 12 menunjukkan linieritas antara semua unsur gas dengan BDV. Gambar 3. 13 merupakan pembentukan grafik penyebaran data dari semua unsur gas terhadap BDV, sesuai dengan Gambar 3. 13 dapat dilihat bahwa penyebaran data sangat luas dan tidak berkumpul di satu titik juga tidak membentuk sebuah pola tertentu sehingga dapat dikatakan bahwa data yang dimiliki memenuhi syarat penyebaran data yang tidak berada pada satu titik. Pada gambar menunjukkan bahwa data yang dimiliki bersifat normal dan data tersebut bersifat linier terhadap BDV.

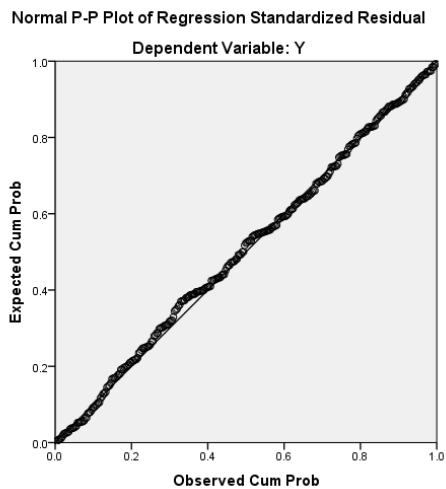
3.3 Analisis Regresi Linier Berganda

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antar unsur gas dengan BDV berdasarkan hasil uji yang di dapatkan pada 300 data dari PT. PLN TJBTB. Pengujian dilakukan dengan 5 tahap, yaitu:

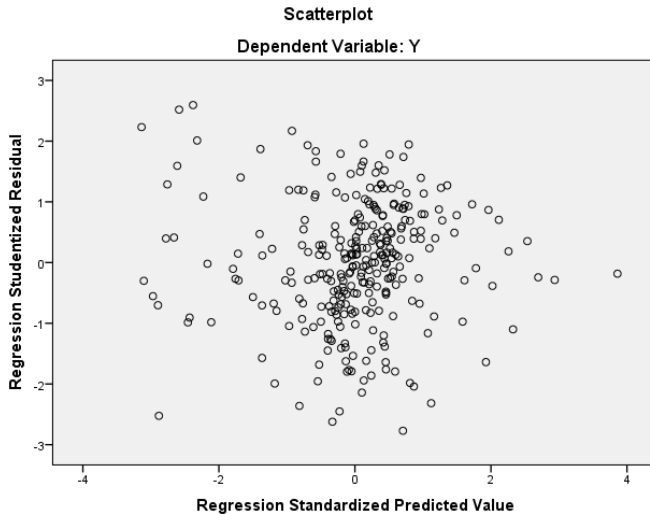
1. Pengujian antara satu unsur gas dengan BDV
2. Pengujian antara semua unsur gas dengan BDV
3. Pengujian antara tiga (3) kombinasi gas dengan BDV



Gambar 3. 11 Hasil Uji Normalitas Data



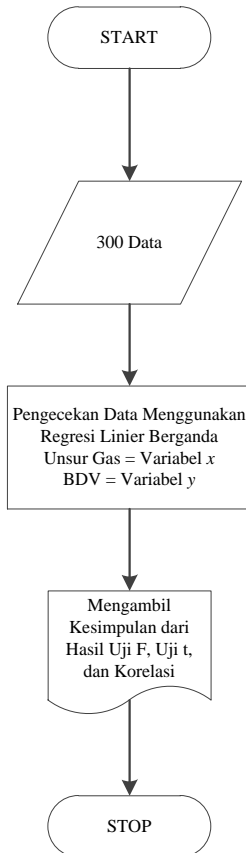
Gambar 3. 12 Hasil Uji Linieritas



Gambar 3. 13 Hasil Pengujian Uji Heteroskedesitas

4. Pengujian antara empat (4) kombinasi gas dengan BDV tanpa gas asetilen
5. Pengujian antara tiga (3) kombinasi gas dengan BDV tanpa asetilen

Tahap tersebut dilakukan untuk mencari kombinasi yang paling baik untuk mengetahui unsur-unsur gas apa saja yang sangat berpengaruh terhadap nilai BDV. Metode regresi linier berganda digunakan saat variabel memiliki lebih dari 1 variabel. Jadi, regresi linier berganda digunakan untuk tahap 2 sampai dengan tahap 4. Pada tahap 1 menggunakan metode regresi linier sederhana, dan dikombinasi dengan metode *Partial Least Square* (PLS). Cara kerja PLS sama dengan regresi linier, tetapi untuk memudahkan melihat bagaimana pengaruh masing-masing unsur gas dapat diilustrasikan menggunakan PLS. Analisis regresi linier berganda menggunakan beberapa tahap analisis, yang diilustrasikan melalui Gambar 3. 14



Gambar 3. 14 Metode Pengujian Regresi Linier Berganda

3.3.1 Pengujian Unsur Gas dengan BDV

Pengujian ini dilakukan untuk melihat pengaruh masing-masing gas terhadap BDV sehingga dapat dilihat pola korelasi atau hubungan dari masing-masing unsur gas terhadap BDV. Perlakuan dari hasil ini dapat dikategorikan unsur yang berpengaruh positif terhadap BDV atau berpengaruh negative terhadap BDV dengan melihat seberapa besar nilai korelasi gas dari hasil regresi. Percobaan dilakukan pada masing-masing gas sesuai dengan Tabel 3. 7

Tabel 3. 7 Tabel Percobaan Regresi pada Individu Gas

No.	Nama Unsur Gas
1	Hidrogen (H_2)
2	Metana (CH_4)
3	Karbon Monoksida (CO)
4	Karbon Dioksida (CO_2)
5	Etilen (C_2H_4)
6	Etana (C_2H_6)
7	Asetilen (C_2H_2)
8	Oksigen (O_2)
9	Nitrogen (N_2)

3.3.2 Pengujian Tiga Kombinasi Unsur Gas Terhadap BDV

Pengujian ini untuk mencari tahu kombinasi gas yang paling memiliki potensi mempengaruhi kejadian *breakdown* pada minyak, dengan mencari tiga kombinasi dari 9 unsur gas.

$$Kombinasi = \frac{N!}{(N-k)!k!} \quad (3.2)$$

Jadi jika mengambil tiga kombinasi maka terdapat 84 kemungkinan atau kombinasi pada pengujian ini. Tabel 3. 8 memperlihatkan jumlah kombinasi yang dimiliki untuk melakukan pengujian ini.

Tabel 3. 8 Pengujian Kombinasi Tiga Gas

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
1	HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA
2	HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE
3	HIDROGEN	METHANE	ETHANE
4	HIDROGEN	METHANE	ACETHYLENE
5	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN
6	HIDROGEN	METHANE	NITROGEN
7	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA

Tabel 3. 9 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
8	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE
9	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHANE
10	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE
11	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN
12	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN
13	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
14	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
15	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE
16	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN
17	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	NITROGEN
18	HIDROGEN	ETHYLENE	ETHANE
19	HIDROGEN	ETHYLENE	ACETHYLENE
20	HIDROGEN	ETHYLENE	OKSIGEN
21	HIDROGEN	ETHYLENE	NITROGEN
22	HIDROGEN	ETHANE	ACETHYLENE
23	HIDROGEN	ETHANE	OKSIGEN
24	HIDROGEN	ETHANE	NITROGEN
25	HIDROGEN	ACETHYLENE	OKSIGEN

Tabel 3. 10 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
26	HIDROGEN	ACETHYLENE	NITROGEN
27	HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN
28	METHANE	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA
29	METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE
30	METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHANE
31	METHANE	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE
32	METHANE	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN
33	METHANE	CARBON MONOXIDA	NITROGEN
34	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
35	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE
36	METHANE	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE
37	METHANE	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN
38	METHANE	CARBON DIOXIDA	NITROGEN
39	METHANE	ETHYLENE	ETHANE
40	METHANE	ETHYLENE	ACETHYLENE
41	METHANE	ETHYLENE	OKSIGEN
42	METHANE	ETHYLENE	NITROGEN
43	METHANE	ETHANE	ACETHYLENE

Tabel 3. 11 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
44	METHANE	ETHANE	OKSIGEN
45	METHANE	ETHANE	NITROGEN
46	METHANE	ACETHYLENE	OKSIGEN
47	METHANE	ACETHYLENE	NITROGEN
48	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN
49	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
50	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE
51	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE
52	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN
53	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	NITROGEN
54	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
55	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ACETHYLENE
56	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN
57	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN
58	CARBON MONOXIDA	ETHANE	ACETHYLENE
59	CARBON MONOXIDA	ETHANE	OKSIGEN
60	CARBON MONOXIDA	ETHANE	NITROGEN

Tabel 3. 12 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
61	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	OKSIGEN
62	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	NITROGEN
63	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN
64	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
65	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ACETHYLENE
66	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN
67	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN
68	CARBON DIOXIDA	ETHANE	ACETHYLENE
69	CARBON DIOXIDA	ETHANE	OKSIGEN
70	CARBON DIOXIDA	ETHANE	NITROGEN
71	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	OKSIGEN
72	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	NITROGEN
73	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN
74	ETHYLENE	ETHANE	ACETHYLENE
75	ETHYLENE	ETHANE	OKSIGEN

Tabel 3. 13 Pengujian Kombinasi Tiga Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
76	ETHYLENE	ETHANE	NITROGEN
77	ETHYLENE	ACETHYLENE	OKSIGEN
78	ETHYLENE	ACETHYLENE	NITROGEN
79	ETHYLENE	OKSIGEN	NITROGEN
80	ETHANE	ACETHYLENE	OKSIGEN
81	ETHANE	ACETHYLENE	NITROGEN
82	ETHANE	OKSIGEN	NITROGEN
83	ACETHYLENE	OKSIGEN	NITROGEN
84	HIDROGEN	METHANE	CARBON MONOXIDA

3.3.3 Pengujian Empat Kombinasi Gas Terhadap BDV

Pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan unsur gas asetilen, karena untuk melihat pengaruh unsur-unsur gas tersebut terhadap BDV lebih baik karena gas asetilen memiliki kandungan nol (0) ppm terlalu banyak di dalam data, jadi menggunakan pedoman data tersebut pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi empat gas terhadap BDV.

Tabel 3. 14 menunjukkan bahwa dengan melakukan pengujian ini memiliki 70 kombinasi gas yang harus dicari nilai korelasinya sehingga dapat mengetahui unsur-unsur gas yang paling berpengaruh jika dilihat dari empat gas.

Tabel 3. 14 Kombinasi Empat Unsur Gas

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
1	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN

Tabel 3. 15 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
2	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN
3	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA
4	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHYLENE
5	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHANE
6	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN
7	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
8	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHYLENE
9	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHANE
10	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
11	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHYLENE
12	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHANE
13	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
14	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE
15	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
16	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN

Tabel 3. 16 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
17	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
18	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE
19	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	ETHANE
20	HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
21	HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE
22	HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	ETHANE
23	HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
24	HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE
25	HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE	ETHANE
26	HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
27	HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE
28	HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE
29	HIDROGEN	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
30	HIDROGEN	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
31	HIDROGEN	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE
32	HIDROGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE

Tabel 3. 17 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
33	HIDROGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
34	HIDROGEN	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
35	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
36	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN
37	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
38	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE
39	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	ETHANE
40	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
41	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE
42	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	ETHANE
43	CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
44	CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE
45	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHYLENE	ETHANE
46	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
47	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE

Tabel 3. 18 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
48	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE
49	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
50	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
51	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE
52	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
53	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
54	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
55	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
56	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
57	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE
58	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE
59	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
60	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
61	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE
62	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
63	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE

Tabel 3. 19 Kombinasi Empat Unsur Gas (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3	Unsur Gas 4
64	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
65	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
66	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
67	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
68	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
69	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
70	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE

3.3.4 Pengujian Tiga Kombinasi Tanpa Asetilen

Pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan unsur gas asetilen, karena untuk melihat pengaruh unsur-unsur gas tersebut terhadap BDV lebih baik karena gas asetilen memiliki kandungan nol (0) ppm terlalu banyak di dalam data, jadi menggunakan pedoman data tersebut pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi empat gas terhadap BDV.

Tabel menunjukkan bahwa dengan melakukan pengujian ini memiliki 56 kombinasi gas yang harus dicari nilai korelasinya.

Tabel 3. 20 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
1	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE
2	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN
3	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN
4	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA
5	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE
6	HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHANE

Tabel 3. 21 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
7	HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN
8	HIDROGEN	METHANE	NITROGEN
9	HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA
10	HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE
11	HIDROGEN	METHANE	ETHANE
12	HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN
13	HIDROGEN	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
14	HIDROGEN	OKSIGEN	ETHYLENE
15	HIDROGEN	OKSIGEN	ETHANE
16	HIDROGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
17	HIDROGEN	NITROGEN	ETHYLENE
18	HIDROGEN	NITROGEN	ETHANE
19	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
20	HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
21	HIDROGEN	ETHYLENE	ETHANE
22	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN
23	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN
24	CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA
25	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHYLENE

Tabel 3. 22 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
26	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHANE
27	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN
28	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
29	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHYLENE
30	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHANE
31	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
32	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHYLENE
33	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHANE
34	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
35	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE
36	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE
37	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN
38	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA
39	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE
40	METHANE	OKSIGEN	ETHANE
41	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA

Tabel 3. 23 Tiga Kombinasi Gas Tanpa Asetilen (Lanjutan)

No.	Unsur Gas 1	Unsur Gas 2	Unsur Gas 3
42	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE
43	METHANE	NITROGEN	ETHANE
44	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
45	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE
46	METHANE	ETHYLENE	ETHANE
47	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA
48	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE
49	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE
50	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
51	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
52	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE
53	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE
54	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE
55	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE
56	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

ANALISIS HASIL SIMULASI

Pada bab ini membahas analisis hasil simulasi regresi (hubungan) antara unsur-unsur gas yang terdapat pada minyak dan *breakdown* minyak. Analisis ini terbagi menjadi 4 (empat) kategori, yaitu regresi antar masing-masing gas dengan BDV, lalu kombinasi 3 (tiga) gas dengan BDV, kemudian kombinasi 4 (empat) gas dengan BDV tanpa gas asetilen, dan terakhir kombinasi 3 (tiga) gas dengan BDV tanpa gas asetilen.

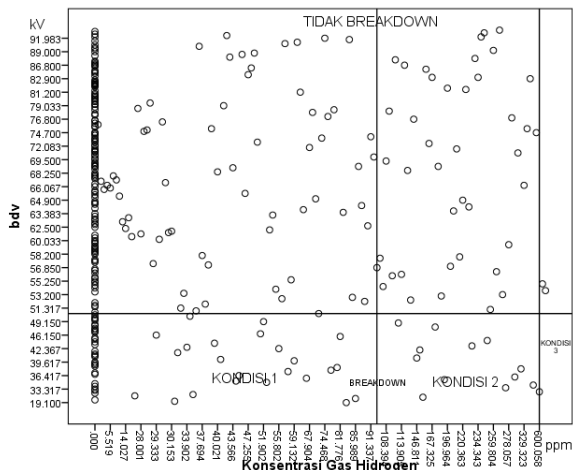
4.1 Analisis Pengaruh Masing-Masing Gas Terhadap BDV

Menurut Tabel 3. 2 kondisi transformator menurut hasil uji DGA dapat diindikasikan melalui 7 (tujuh) dari 9 (sembilan) gas yang dapat terindikasikan di minyak transformator. Analisis masing-masing unsur gas dilihat dari penyebaran dari hasil uji *Dissolved Gas Analysis*. Selain melihat penyebaran dari grafik, analisis ini juga diuji melalui regresi linier berganda. Sehingga, dapat mengetahui bagaimana pengaruh antara masing-masing unsur gas dilihat melalui grafik dan dengan *software* yang SPSS.

4.1.1 Pengaruh Gas Hidrogen dengan *Breakdown*

Hasil pengaruh gas hidrogen dengan kondisi *breakdown* dapat dilihat melalui Tabel 4. 1 diketahui dari data yang dimiliki termasuk dalam tiga kondisi transformator. Kondisi 1 bermaksud bahwa transformator masih dalam kondisi baik, kondisi 2 menyatakan bahwa transformator dalam keadaan cukup baik tetapi harus dicek secara berkala dalam waktu kurun satu bulan ke depan, kondisi 3 mengatakan bahwa kondisi minyak buruk, sehingga dibutuhkan tindakan. Kondisi 4 menyatakan bahwa kualitas minyak sudah sangat buruk dan harus segera dilakukan tindakan pada minyak tersebut dengan cara memfilter minyak transformator.

Pada Gambar 4.1 dilihat penyebaran hasil *breakdown* pada minyak tidak terlihat berpengaruh, jika berpengaruh maka seharusnya pada kondisi 4 hasil *breakdown* memiliki jumlah yang lebih banyak daripada yang tidak *breakdown*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.2



Gambar 4. 1 Gambar Penyebaran Data Gas Hidrogen

Hasil Tabel 4. 1 menjelaskan bahwa pada kondisi 1 dengan jumlah data 257 memiliki 33.33% dari 257 data yang terjadi peristiwa *breakdown*, dan 77.67% yang tidak mengalami *breakdown*. Pada kondisi 2 dengan jumlah data sebesar 52 memiliki 23.6% yang mengalami kejadian *breakdown*. Kondisi 3 berjumlah 2 data dan tidak ada yang mengalami peristiwa *breakdown*.

Tabel 4. 1 Hidrogen Terhadap *Breakdown* Minyak

KONDISI	BREAKDOWN	TIDAK BREAKDOWN
1	33.33%	77.67%
2	23.6%	76.4%
3	-	100%
4	-	-

Setelah mengetahui hasil melalui grafik, maka dibutuhkan SPSS untuk menguji seberapa besar pengaruh dari gas hidrogen terhadap *breakdown* minyak. Gambar memperlihatkan seberapa besar pengaruh dari gas hidrogen terhadap *breakdown* minyak. Nilai pengaruh menunjukkan, dimana dari hasil tersebut menyatakan bahwa pengaruh

Tabel 4. 2 Hasil Pengaruh Gas Hidrogen

		Nilai R	Nilai Adjusted R
Model	Nilai R	Square	Square
1	.078 ^a	.006	.003

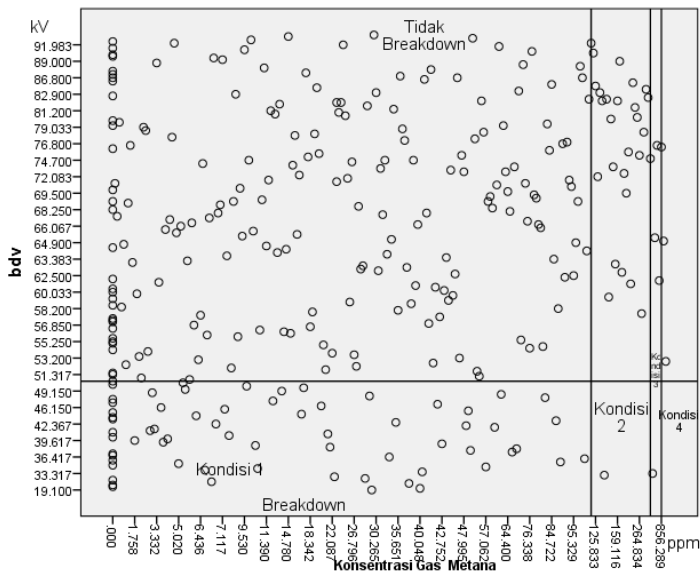
hidrogen dengan *breakdown* sangat kecil. Karena besaran pengaruh adalah 0-0.2 pengaruh sangat kecil, 0.21-0.4 nilai pengaruh kecil, 0.41-0.6 pengaruh cukup, 0.61-0.8 berpengaruh kuat, dan 0.81-1.0 berarti berpengaruh sangat kuat. Hasil dari SPSS menunjukkan pengaruh gas hidrogen (x_1) sangat kecil, melalui ilmu statistik dapat di ambil 3 uji yaitu salah satunya adalah hasil korelasi yang telah dibahas.

Hasil dari uji pengaruh antara gas hydrogen dengan *breakdown* minyak adalah $y = -0.01 \text{ hidrogen} + 64.347$

4.1.2 Pengaruh Gas Metana dengan *Breakdown*

Hasil pengaruh gas metana dapat dilihat pada Gambar 4. 2, sesuai dengan gambar dapat dilihat bahwa dari data teridentifikasi hasil mempunyai 4 (empat) kondisi. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pada kondisi 4, tidak terjadi *breakdown* pada minyak dengan 4 buah data. Kondisi 3 menunjukkan bahwa 20% dari 5 data mengalami peristiwa *breakdown*. Kondisi 2 menunjukkan bahwa 20% dari 25 data mengalami *breakdown*, dan pada kondisi 1 menunjukkan bahwa 24.7% dari 166 data mengalami peristiwa *breakdown*. Sehingga dapat di ambil hipotesa bahwa pengaruh gas metana dengan *breakdown* minyak sangat sedikit, karena jika memiliki pengaruh besar seharusnya pada kondisi 4 mempunyai pengaruh pada hasil *breakdown* minyak.

Setelah mengetahui hubungan antara gas metana dengan *breakdown* minyak melalui hasil grafik yang terlihat pada penyebaran data. Maka dengan menggunakan program SPSS dapat memperlihatkan bagaimana pengaruh sebenarnya, dan seberapa besar pengaruh gas tersebut terhadap peristiwa *breakdown* pada minyak. Hasil tersebut diperlihatkan oleh gambar. Tabel 4. 3 menjelaskan bahwa hasil pengaruh yang dimiliki gas metana tergolong sangat rendah.



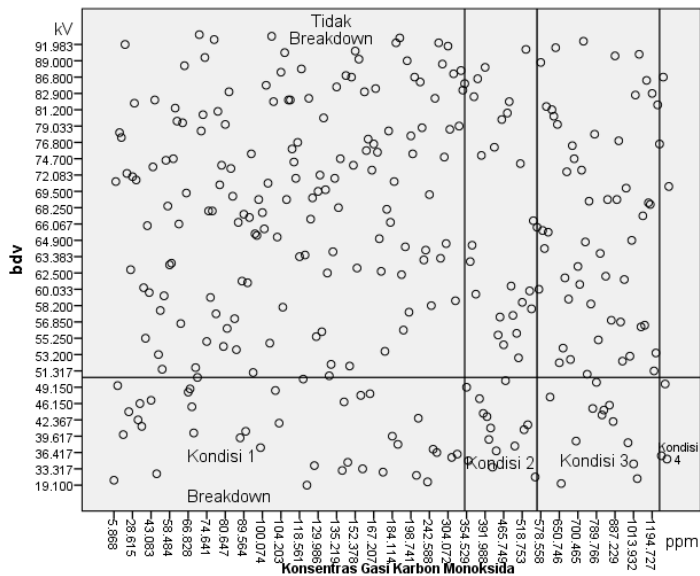
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Gas Metana

Tabel 4. 3 Hasil Pengaruh Gas Metana

		Nilai R	Nilai Adjusted R
Model	Nilai R	Square	Square
1	.085 ^a	.007	.004

4.1.3 Pengaruh Gas Karbon Monoksida dengan *Breakdown*

Pengaruh gas karbon monoksida diperlihatkan oleh Gambar 4. 3, melalui gambar dapat dianalisis bahwa pada kondisi 1 terdapat 19.9% dari



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Gas Karbon Monoksida

191 data yang mengalami peristiwa *breakdown*. Pada kondisi 2 terdapat 37.5% yang mengalami *breakdown*. Kondisi 3 terdapat 19% dari 63 data yang mengalami *breakdown*, dan pada kondisi 4 sebesar 50% data mengalami *breakdown*. Pada hasil tersebut kita tidak dapat mengetahui signifikansi besar pengaruh gas karbon monoksida terhadap *breakdown* minyak.

Tabel 4. 4 Hasil Pengaruh Gas Karbon Monoksida

		Nilai R	Nilai Adjusted R
Model	Nilai R	Square	Square
1	.066 ^a	.004	.001

Hasil pengaruh gas karbon monoksida pada Tabel 4. 4 terlihat bahwa pengaruh karbon monoksida sangat kecil, sehingga kita dapat mengetahui bahwa pengaruh karbon monoksida tidak memiliki signifikansi terhadap peristiwa *breakdown* pada minyak. Hasil persamaan antara pengaruh gas karbon monoksida terhadap *breakdown* adalah $y = 0.011 \text{ Karbon Monoksida} + 63.16$

4.1.4 Pengaruh Gas Karbon Dioksida dengan *Breakdown*

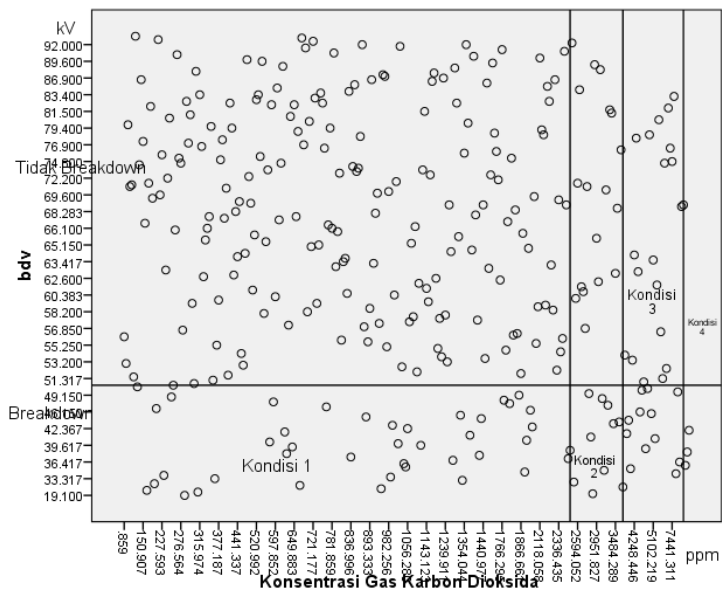
Pengaruh gas karbon dioksida pada Gambar 4. 4 memperlihatkan bahwa pengaruh tersebut bersifat terbalik, dimana saat kondisi 4 yang mengalami *breakdown* 75% dari 4 data, kondisi 3 mengalami *breakdown* sebesar 44.8% dari total 29 data pada kondisi 2 mengalami *breakdown* sebesar 41.9% dari total 31 data, dan yang terakhir pada kondisi 1 mengalami *breakdown* sebesar 16.9% dari 236 data. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari Tabel 4. 5 hasil dari korelasi antara gas karbon dioksida sudah dapat diketahui pengaruhnya akan terbalik, dimana pengaruh dari gas karbon dioksida berpengaruh terbalik. Tetapi, kita belum mengetahui seberapa besar pengaruh tersebut terhadap *breakdown*.

Maka Tabel 4. 5 menunjukkan hasil pengaruh dari gas karbon dioksida terhadap peristiwa *breakdown*, walaupun pengaruh yang diperlihatkan melalui angka sangat kecil. Tetapi, kita sudah tahu bahwa pengaruh tersebut berbanding terbalik dengan kejadian *breakdown*. Hasil dari pengaruh antara gas karbon dioksida terhadap *breakdown* adalah $y = -0.002 \text{ Karbon Dioksida} + 66.697$

4.1.5 Pengaruh Gas Etilen dengan *Breakdown*

Pengaruh gas etilen terhadap peristiwa *breakdown* pada gambar menunjukkan bahwa pada kondisi 1 terdapat 21.36% dari 234 data yang mengalami peristiwa *breakdown*, kondisi 2 terdapat 26.9% dari jumlah 26 data yang mengalami *breakdown*. Pada kondisi 3 terdapat 28.5% mengalami peristiwa *breakdown* dari total 21 data. Terakhir, terdapat 21% yang mengalami *breakdown* pada kondisi 4 dengan jumlah 19 data.

Hasil tersebut belum dapat diketahui penyebaran pengaruh pasti antara gas etilen dengan *breakdown* sehingga dibutuhkan SPSS untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari gas etilen terhadap *breakdown*, dan bagaimana gas etilen mempengaruhi peristiwa *breakdown* pada minyak. Hal itu diperlihatkan oleh Tabel 4. 6, terlihat bahwa gas etilen

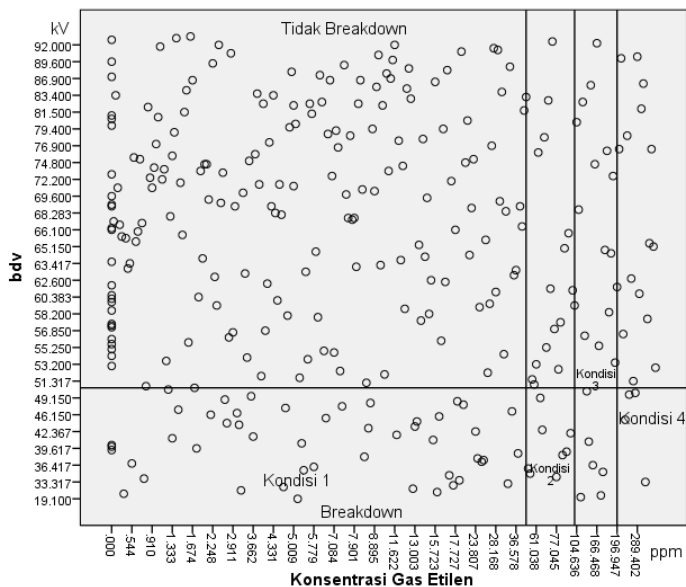


Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Gas Karbon Dioksida

Tabel 4. 5 Hasil Pengaruh Gas Karbon Dioksida

		Nilai R	Nilai Adjusted R
Model	Nilai R	Square	Square
1	.189 ^a	.036	.032

memberikan pengaruh sebesar 0.039 yang tergolong sangat kecil terhadap peristiwa *breakdown*, dengan persamaan $y = -0.003 \text{ Etilen} + 64$



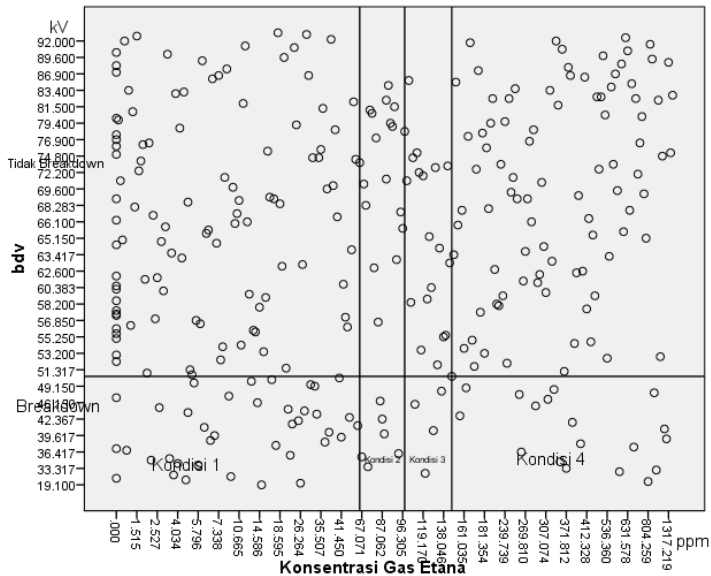
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Gas Etilen

Tabel 4. 6 Hasil Pengaruh Gas Etilen

		Nilai R	Nilai Adjusted R
Model	Nilai R	Square	Square
1	.039 ^a	.002	-.002

4.1.6 Pengaruh Gas Etana dengan *Breakdown*

Hasil pengaruh gas etana dengan *breakdown* melalui grafik di dapatkan bahwa gas etana memiliki pengaruh yang terbalik terhadap peristiwa *breakdown* minyak. Pada kondisi 1 terdapat 27.2% *breakdown* dari 147 data, pada kondisi 2 terdapat 26% *breakdown* dari 23 data.



Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Gas Etana

Kondisi 3 memperlihatkan bahwa terdapat 20.83% yang mengalami *breakdown* dari 24 data. Pada kondisi 4 18.8% dari 106 data mengalami *breakdown*. Sehingga dari grafik disimpulkan bahwa gas etana mengalami pengaruh yang berbanding terbalik terhadap *breakdown* minyak. Grafik Pengaruh Gas Etana menunjukkan peristiwa tersebut ke dalam grafik.

Melalui hasil simulasi di dapatkan bahwa gas etana memiliki pengaruh sebesar 0.117, pengaruh tersebut termasuk pengaruh yang sangat kecil. Pada hasil simulasi juga di dapatkan bahwa pengaruh tersebut memiliki pengaruh positif, yang berlawanan dari hasil grafik.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa persamaan yang terbentuk antara dua variabel tersebut adalah $y = 0.007 \text{ Etana} + 62.435$ dengan tingkat signifikansi yang akurat, sehingga gas etana termasuk berpengaruh terhadap *breakdown* walaupun memiliki nilai pengaruh yang sangat kecil. Hasil simulasi ditunjukkan oleh Tabel 4. 7

Tabel 4. 7 Hasil Pengaruh Gas Etana

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.117 ^a	.014	.010

4.1.7 Pengaruh Gas Asetilen dengan *Breakdown*

Hasil dari pengaruh antara gas asetilen dengan *breakdown* menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa pada kondisi 1 terdapat 20.47% dari 259 data yang mengalami *breakdown*. Pada kondisi 2 ada sebesar 82.75% yang mengalami *breakdown* dari total data yang berjumlah sebesar 9 data. Sedangkan, pada kondisi 3 data memperlihatkan bahwa sebesar 16.67% mengalami *breakdown* dari 12 data. Pada kondisi 4 memperlihatkan bahwa 25% dari 20 data mengalami peristiwa *breakdown*. Berdasarkan Gambar 4. 7 kita tidak dapat mengetahui pengaruh yang dihasilkan oleh gas asetilen terhadap *breakdown*. Sehingga, dapat menggunakan SPSS untuk penyelesaiannya,

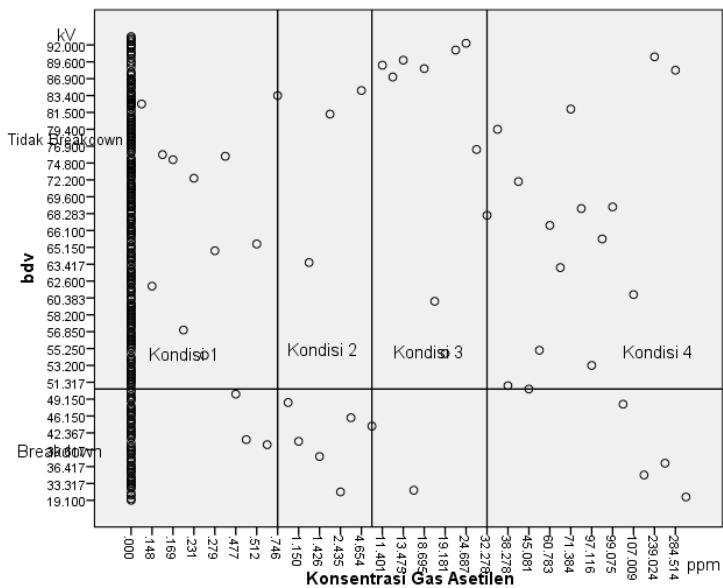
Hasil dari SPSS pada Tabel 4. 8 menunjukkan bahwa gas asetilen mempunyai pengaruh terhadap *breakdown* minyak sebesar 0.107 yang tergolong sangat kecil, dengan persamaan $y = -0.36 \text{ Asetilen} + 64.16$

Gas asetilen terbentuk pada suhu transformator yang mencapai 750°C dan mengalami *arching* sehingga jika dilihat pada grafik dapat diketahui bahwa data yang dimiliki memiliki nilai gas asetilen dengan dominan 0 ppm. Penyebab hal tersebut sesuai dengan teori bahwa gas asetilen akan terbentuk oleh hasil suhu dan *arching*.

4.1.8 Pengaruh Gas Oksigen dengan *Breakdown*

Pengaruh gas oksigen terhadap peristiwa *breakdown* tidak dapat dilihat melalui kondisi minyak. Jadi untuk mengetahui pengaruh gas oksigen dapat diketahui menggunakan program pada SPSS.

Hasil pengaruh antara gas oksigen dan peristiwa *breakdown* adalah sebesar 0.106. Pengaruh tersebut tergolong sangat kecil. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.9



Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Gas Asetilen

Tabel 4. 8 Hasil Pengaruh Gas Asetilen

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.107 ^a	.011	.008

Tabel 4. 9 Hasil Pengaruh Gas Oksigen

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.106 ^a	.011	.008

4.1.9 Pengaruh Gas Nitrogen dengan *Breakdown*

Hasil pengaruh gas nitrogen juga tidak dapat dilihat melalui kondisi transformator. Sehingga memerlukan SPSS untuk melihat seberapa besar pengaruh gas nitrogen terhadap *breakdown* minyak.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengaruh gas nitrogen tergolong sangat kecil yaitu sebesar 0.004 saja. Hasil dari pengaruh gas nitrogen dengan *breakdown* diperlihatkan pada Tabel 4. 10

Tabel 4. 10 Hasil Pengaruh Gas Nitrogen

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.004 ^a	.000	-.003

4.2 Analisis Pengaruh TDCG Terhadap *Breakdown* Minyak

Pengaruh TDCG (*Total Dissolved Combustion Gas*) terhadap *breakdown* minyak untuk mengetahui penyebaran data yang terdapat pada minyak, dan mencari tahu apakah ada suatu pola penyebaran pada minyak yang diakibatkan oleh TDCG. Sehingga, dapat mempermudah penelitian. Hasil pengaruh TDCG terhadap *breakdown* terdapat pada Gambar 4. 8. Hasil itu memperlihatkan tidak terdapat pola yang berbanding terbalik. Saat kondisi 4, terdapat 4 data dan semua data tersebut tidak mengalami *breakdown*.

4.3 Analisis Pengaruh Seluruh Gas Terhadap *Breakdown*

Pengaruh dari seluruh hasil gas terhadap *breakdown* dilakukan menggunakan metode regresi linier berganda, dengan memenuhi seluruh asumsi yang telah ditentukan terlebih dahulu sesuai dengan Bab III.

Hasil dari uji regresi atau pengaruh semua unsur gas terhadap *breakdown* serupa dengan membaca pengaruh dari masing-masing unsur gas terhadap *breakdown*, jika nilai 0-0.2 termasuk memiliki pengaruh yang sangat kecil, 0.21-0.4 termasuk memiliki pengaruh yang kecil, 0.41-0.6 memiliki pengaruh yang cukup, nilai 0.61-0.8 memiliki pengaruh yang kuat, dan 0.81-1.0 memiliki arti antara dua variabel memiliki pengaruh yang sangat kuat.

Hasil dari pengaruh seluruh gas terhadap *breakdown* diperlihatkan pada Tabel 4. 11, sesuai dengan gambar dapat dilihat bahwa pengaruh yang dimiliki sebesar 0.325 yang berarti menunjukkan bahwa pengaruh yang dimiliki dari seluruh gas bersifat kecil.

Analisis ini terdiri dari analisis pengaruh yang di dapatkan dari hasil korelasi atau nilai R yang terdapat pada hasil simulasi. Selanjutnya, adalah uji F melalui uji ini dapat mengetahui memiliki pengaruh atau tidaknya semua gas terhadap *breakdown*. Pada uji selanjutnya adalah uji t, dimana uji t dilakukan untuk mengetahui masing-masing pengaruh gas dengan mengetahui seberapa signifikan gas itu mempengaruhi hasil dari *breakdown* minyak.

Untuk mengetahui pengaruh minyak perlu diketahui terlebih dahulu nilai tabel F, dan tabel t. Cara menghitung nilai tabel F, dan tabel t menggunakan tabel dan melihat dari rumus tabel F, dan tabel t sehingga dapat mengetahui nilainya.

$$F_{tabel} = F(k : n - k) \dots\dots\dots(4.1)$$

$$t_{tabel} = t(\alpha/2; n - k - 1) \dots\dots\dots(4.2)$$

Cara membaca *F* tabel sesuai dengan persamaan 4.1, dengan *k* sebagai banyak variabel yang dimiliki dan *n* adalah jumlah data. Cara membaca adalah *k* sebagai data vertikal, dan *n-k* sebagai data horizontal. Sesuai dengan ketentuan tersebut maka dengan data yang dimiliki, table yang diperlukan adalah *F* (9 : 291) sehingga di dapatkan nilai *F* sebesar 1.93, untuk mengetahui apakah hasil regresi memiliki pengaruh maka nilai *F* tabel harus lebih besar daripada hasil *F* yang di dapatkan pada simulasi.

Cara membaca *t* tabel sesuai dengan persamaan 4.2, dengan α sebagai nilai *error* yang diperbolehkan dalam simulasi. Ketentuan nilai α yang digunakan adalah 0.05, sehingga *t* tabel adalah *t* (0.025:290) sehingga melalui tabel *t* didapatkan nilai *t* tabel adalah 1.962. untuk mendapatkan hasil yang signifikan maka nilai *t* tabel harus lebih kecil daripada *t* hitung dengan nilai Sig. (signifikansi) lebih kecil dari 0.05 yang

sesuai dengan batas *error*. Pada uji *t* juga dapat mengidentifikasi pengaruh pergerakan nilai dari unsur gas terhadap *breakdown* minyak.

Hasil keluaran yang berupa persamaan memiliki dua tanda yaitu positif dan negatif. Postif menyatakan bahwa pengaruh antara variabel *x* terhadap variabel *y* memiliki pengaruh yang searah, jika negatif maka berbanding terbalik.

Tabel 4. 11 Hasil Pengaruh Seluruh Gas

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.325 ^a	.105	.078

Hasil dari uji *F* pada seluruh gas adalah nilai *F* hitung pada simulasi terdapat 3.799, dan *F* tabel 1.93 maka dari seluruh gas sudah terbukti memiliki pengaruh terhadap *breakdown* minyak. Tabel 4. 12 menunjukkan nilai *F* hitung yang terdapat pada hasil simulasi, untuk nilai *F* tabel dilampirkan pada lampiran.

Tabel 4. 12 Hasil Uji F pada Seluruh Gas

ANOVA ^a				
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F
1 Regression	9236.942	9	1026.327	3.799
Residual	78351.557	290	270.178	
Total	87588.499	299		

Hasil uji t , pada Tabel 4. 13 menunjukkan bahwa nilai t hitung $> t$ tabel dengan nilai Sig. <0.05 hanya pada gas metana, karbon dioksida, etilen, etana, dan oksigen. Maka, hanya 5 (lima) gas tersebut yang paling berpengaruh secara individual terhadap *breakdown* minyak.

Hasil dari simulasi ini di dapatkan nilai keluaran berupa hasil persamaan, yaitu:

$$\text{Breakdown} = 0.024 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida} \\ - 0.016 \text{ Etilen} + 0.008 \text{ Etana} - 0.001 \text{ Oksigen} + 62.81$$

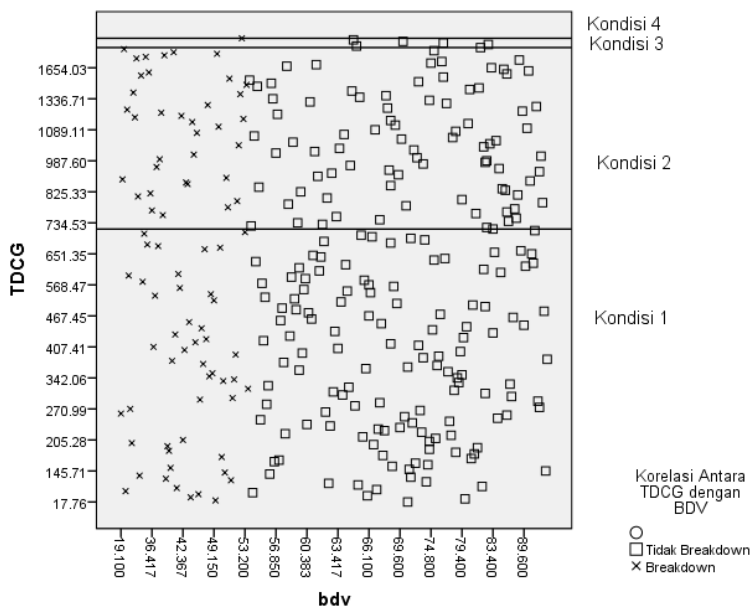
Cara pembacaan Tabel 4. 13 adalah jika nilai metana naik sebesar 1.993 ppm maka nilai *breakdown* minyak ikut naik sebesar 33.998. Gas karbon dioksida memberikan pengaruh sebesar 3.223, jadi jika nilai karbon dioksida berkurang 3.223 ppm maka nilai *breakdown* naik sebesar 33.998. Nilai *breakdown* akan naik sebesar 33.998 jika nilai etilen berkurang sebesar 2.256 ppm. Nilai *breakdown* naik sebesar 22.998 jika nilai etana bertambah sebesar 1.942 ppm, atau nilai oksigen bertambah 2.419 ppm.

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa hanya gas metana, karbon dioksida, etilen, etana, dan oksigen yang mempengaruhi nilai *breakdown* minyak bahkan nilai pengaruh termasuk kecil sehingga membuktikan bahwa gas-gas yang terbentuk pada minyak tidak terlalu berpengaruh pada *breakdown*. Metana terbentuk oleh suhu pada 150-300°C yang timbulnya akibat *low and medium thermal faults*, dan *partial discharge*. Karbon dioksida timbul akibat suhu yang mencapai 105-300°C yang diakibatkan usia transformator itu sendiri, dan pengaruh kontaminasi dari kertas isolasi minyak. Etilen terbentuk pada suhu 300-400°C yang diakibatkan oleh *high temperature thermal faults*. Etana terbentuk pada suhu 200-400°C akibat adanya *low and medium thermal faults*. Oksigen terbentuk akibat adanya pengaruh udara luar, terdapat gas bocor pada minyak transformator.

Tabel 4. 13 Hasil Uji T Seluruh Gas

Coefficients^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	62.817	1.848		33.998	.000
Hydrogen	-.012	.007	-.093	-1.644	.101
Metana	.024	.012	.191	1.993	.047
Karbon Monoksida	.004	.003	.097	1.397	.163
Karbon Dioksida	-.002	.001	-.211	-3.223	.001
Etilen	-.016	.007	-.206	-2.258	.025
Etana	.008	.004	.125	1.942	.043
Asetilen	-.034	.019	-.100	-1.750	.081
Oksigen	.001	.000	.143	2.419	.016
Nitrogen	-2.294E-8	.000	-.006	-.113	.910

a. Dependent Variable: bdv



Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh TDCG Terhadap Breakdown

Tabel 4. 14 Tabel Kondisi TDCG

Kondisi	Tidak Breakdown (%)	Breakdown (%)	Breakdown (kV)
1	69.88	30.12	65.97
2	74.26	25.74	60.29
3	85.7	14.3	69.97
4	100	0	62.25

4.4 Analisis Pengaruh Kombinasi Tiga Unsur Gas

Pengaruh antara tiga unsur kombinasi gas dicari dengan mencari kombinasi yang memiliki pengaruh tertinggi. Analisis juga dilakukan dengan tiga kondisi yaitu, uji pengaruh, uji F , dan uji t . Hasil dari uji pengaruh di dapatkan kombinasi yang memiliki pengaruh tertinggi yaitu sebesar 0.255 yaitu adalah gas karbon dioksida, gas etana, dan gas oksigen. Walaupun, hasil pengaruh tergolong kecil tetapi hasil gas-gas

tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *breakdown* minyak sesuai dengan Tabel 4. 15

Uji *F* pada tiga unsur gas merubah nilai *F* tabel, dari *F* (9 : 291) menjadi *F* (3 : 297) yang bernilai 2.62. Nilai *F* hitung dari hasil simulasi adalah 6.884 maka hasil dari tiga unsur gas yang memiliki kombinasi terbaik dari segi nilai pengaruhnya benar-benar berpengaruh terhadap *breakdown* minyak. Hasil tersebut membuktikan bahwa tiga unsur gas tersebut memiliki pengaruh secara keseluruhan terhadap *breakdown* minyak. Hasil simulasi ini ditunjukkan oleh Tabel 4. 16

Uji *t* juga ikut berubah yang pertama *t* tabel *t* (0.025:290) menjadi *t* (0.025:296) maka nilai dari *t* tabel tidak berubah yaitu 1.962. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa gas karbon dioksida memiliki nilai *t* hitung sebesar -3.259 dengan nilai Sig. sebesar 0.001, maka menunjukkan bahwa jika gas karbon dioksida turun sebesar 3.259 ppm, maka nilai *breakdown* bertambah sebesar 37.035. Gas etana memiliki nilai *t* hitung sebesar

Tabel 4. 15 Hasil Pengaruh Tiga Gas

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.255 ^a	.065	.056

Tabel 4. 16 Hasil Uji F Tiga Gas

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	5712.369	3	1904.123	6.884	.000 ^b
Residual	81876.129	296	276.609		
Total	87588.499	299			

Tabel 4. 17 Hasil Uji t Tiga Gas

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	63.280	1.709		37.035	.000
Oksigen	.001	.000	.142	2.474	.014
Karbon Dioksida	-.002	.000	-.184	-3.259	.001
Etana	.008	.004	.131	2.276	.024

2.276, dengan Sig. 0.024 maka jika gas etana naik sebesar 2.276 ppm maka nilai *breakdown* minyak ikut naik sebesar 37.035. Pada gas oksigen, nilai *t* hitung di dapatkan sebesar 2.474, dengan nilai Sig. sebesar 0.014 maka menunjukkan bahwa jika nilai oksigen bertambah 2.474 ppm, maka nilai *breakdown* naik sebesar 37.035. Hasil ini ditunjukkan oleh Tabel 4. 17

Hasil pengaruh kombinasi lainnya ada pada lampiran, sehingga mengetahui berapa pengaruh masing-masing kombinasi. Persamaan hasil dari kombinasi ini yaitu:

$$\text{Breakdown} = -0.002 \text{ Karbon Dioksida} + 0.008 \text{ Etana} \\ + 0.001 \text{ Oksigen} + 63.28$$

4.5 Analisis Pengaruh Kombinasi Empat Unsur Gas

Pengaruh 4 (empat) unsur gas terhadap *breakdown* minyak tanpa menggunakan gas asetilen adalah untuk memperkuat hasil penelitian unsur-unsur gas, dimana gas asetilen mempunyai nilai 0 ppm yang sangat banyak. Sehingga, untuk mengetahui pengaruh tersebut dilakukan analisis pengaruh kombinasi dengan 4 unsur gas tersebut.

Hasil dari kombinasi, menunjukkan bahwa hasil terbaik dari empat unsur gas dengan nilai pengaruh adalah 0.274. Walaupun, nilai pengaruh tergolong pengaruh kecil, tetapi hasil tersebut membuktikan bahwa 4 (empat) gas ini memiliki pengaruh walaupun kecil. Hasil ini diperlihatkan pada Tabel 4.18

Hasil kombinasi yang memiliki pengaruh paling besar yaitu gas metana, gas karbon dioksida, gas etilen, dan gas oksigen. Hasil dari simulasi tentang semua kombinasi diperlihatkan di lampiran.

Uji F pada tiga unsur gas merubah nilai F tabel, dari $F(9 : 291)$ menjadi $F(4 : 296)$ yang bernilai 2.39. Nilai F hitung dari hasil simulasi adalah 5.983 maka hasil dari empat unsur gas yang memiliki kombinasi terbaik dari segi nilai pengaruhnya benar-benar berpengaruh terhadap *breakdown* minyak. Hasil tersebut membuktikan bahwa empat unsur gas tersebut memiliki pengaruh secara keseluruhan terhadap *breakdown* minyak. Hasil simulasi ini ditunjukkan oleh Tabel 4. 19

Uji t juga ikut berubah yang pertama t tabel $t(0.025:290)$ menjadi $t(0.025:295)$ maka nilai dari t tabel tidak berubah yaitu 1.962. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa gas metana memiliki nilai t hitung sebesar 2.854 dengan nilai Sig. sebesar 0.005, maka menunjukkan bahwa jika gas metana naik sebesar 2.854 ppm, maka nilai *breakdown* bertambah sebesar

Tabel 4. 18 Hasil Pengaruh Empat Gas

Model	R	R Square	Adjusted R Square
1	.274 ^a	.075	.062

Tabel 4. 19 Hasil Uji F Empat Gas

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	6572.657	4	1643.164	5.983	.000 ^b
Residual	81015.842	295	274.630		
Total	87588.499	299			

42.415. Gas karbon dioksida memiliki nilai t hitung sebesar -3.198 dengan signifikansi sebesar 0.002 maka jika nilai karbon dioksida

berkurang sebesar 3.198 nilai *breakdown* minyak bertambah sebesar 42.415. Gas etilen memiliki nilai *t* hitung sebesar -2.481 dengan signifikansi 0.014 sehingga jika gas etilen berkurang sebesar 2.481 ppm, maka nilai *breakdown* akan bertambah sebesar 42.415. Gas oksigen memiliki nilai *t* hitung sebesar 1.991 dengan signifikansi sebesar 0.04 sehingga jika nilai oksigen bertambah sebesar 1.991 ppm, *breakdown* naik sebesar 42.415. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 4. 20

Hasil pengaruh kombinasi lainnya ada pada lampiran, sehingga mengetahui berapa pengaruh masing-masing kombinasi. Persamaan hasil dari kombinasi ini yaitu:

$$\text{Breakdown} = 0.031 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida} \\ - 0.017 \text{ Etilen} + 0.001 \text{ Oksigen} + 64.398$$

4.6 Analisis Pengaruh Kombinasi Tiga Unsur Tanpa Gas Asetilen

Hasil kombinasi yang memiliki pengaruh terbesar sama dengan hasil pengaruh kombinasi dari tiga gas memakai asetilen. Hasil ini menunjukkan bahwa asetilen tidak terlalu memiliki pengaruh terhadap nilai *breakdown* meskipun nilai banyak yang memiliki angka 0 ppm.

Hasil pengaruh dari penelitian ini ada pada lampiran. Sehingga, mengetahui bagaimana hasil dari analisis ini. Walaupun, hasil yang terbaik sama seperti Sub-Bab 4.3

4.7 Analisis Pengaruh Water Content Terhadap Breakdown

Analisis ini sebagai penunjang tambahan untuk analisis pengaruh unsur gas terhadap *breakdown* minyak. Analisis ini membuktikan kenapa pengaruh unsur gas tergolong kecil, karena menurut teori membuktikan bahwa yang dapat mempengaruhi *breakdown* adalah partikel lain yang terdapat pada minyak, ada air yang terdapat pada minyak

Maka untuk membuktikan hal tersebut, dan memperkuat analisis pengaruh gas terhadap *breakdown* maka dilakukan analisis ini. Hasil dari analisis ini *water content* memiliki pengaruh terhadap *breakdown* minyak transformator sebesar 0.769 hal tersebut membuktikan bahwa nilai pengaruh *water content* terhadap nilai dari *breakdown* minyak bersifat kuat.

Tabel 4. 20 Hasil Uji T Empat Gas

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	64.398	1.518		42.415	.000
Metana	.031	.011	.249	2.854	.005
Karbon Dioksida	-.002	.000	-.180	-3.198	.002
Etilen	-.017	.007	-.217	-2.481	.014
Oksigen	.001	.000	.106	1.991	.040

a. Dependent Variable: bdv

Tabel 4. 21 Hasil Pengaruh *Water Content*

Model	Nilai R	Nilai R Square	Nilai Adjusted R Square
1	.769 ^a	.592	.589

Hasil dari pengaruh *water content* terhadap *breakdown* minyak terdapat pada Tabel 4.21, dengan signifikansi 0.000 yang terlihat pada Tabel 4.22. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jika nilai *water content* turun 14.998 maka nilai *breakdown* naik sebesar 67.644. Hasil tersebut membuktikan bahwa nilai *water content* berbanding terbalik terhadap *breakdown* minyak. Semakin besar kandungan air yang terdapat pada minyak maka minyak tersebut semakin jelek. Hasil menunjukkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Breakdown} = -1.311 \text{ Water content} + 85.228$$

Tabel 4. 22 Hasil Uji F *Water Content*

Coefficients^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	85.228	1.260		67.644	.000
<i>Water Content</i>	-1.311	.087	-.769	-14.998	.000

a. Dependent Variable: y

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang menggunakan regresi linier berganda, memiliki kesimpulan bahwa pengaruh gas yang terdapat pada minyak transformator berdasarkan hasil uji *Dissolved Gas Analysis* dari 300 data yang dimiliki berpengaruh rendah terhadap *breakdown voltage* minyak transformator. Perincian hasil dari penelitian ini adalah

1. Hasil pengaruh antara masing-masing gas yang terdapat pada minyak terhadap peristiwa *breakdown* termasuk ke golongan yang sangat kecil. Gas etilen memiliki pengaruh terbesar secara individu, dengan nilai pengaruh sebesar 0.189 atau sebesar 18.9% dengan $y = -0.003 \text{ Etilen} + 64$
2. Berdasarkan data yang dilihat melalui grafik antara masing-masing gas terhadap *breakdown* dapat diambil kesimpulan bahwa gas karbon dioksida mengalami pengaruh yang terbalik terhadap peristiwa *breakdown*.
3. Hasil grafik antara TDCG terhadap peristiwa *breakdown* menunjukkan bahwa TDCG tidak memiliki pola tertentu pada hasil data *breakdown*. Pada kondisi 1 minyak mengalami *breakdown* 69.88% dari 173 data, pada kondisi 2 minyak mengalami *breakdown* 74.26% dari 120, pada kondisi 3 minyak mengalami *breakdown* sebesar 85.7% dari 6 data, dan pada kondisi 4 minyak mengalami *breakdown* sebesar 100% dari 1 data.
4. Hasil pengaruh antara semua gas terhadap *breakdown* minyak memiliki pengaruh yang kecil, yaitu sebesar 0.325 atau 32.5% yang memberikan signifikansi pada simulasi menunjukkan bahwa hanya gas metana, karbon dioksida, etilen, etana, dan oksigen yang dapat mempengaruhi peristiwa *breakdown*.
 $\text{Breakdown} = 0.024 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida}$
 $-0.016 \text{ Etilen} + 0.008 \text{ Etana}$
 $-0.001 \text{ Oksigen} + 62.81$
5. Hasil pengaruh antara tiga gas terhadap *breakdown* minyak menunjukkan bahwa dari beberapa kombinasi yang terdiri dari tiga gas, kombinasi yang memiliki unsur gas karbon dioksida, gas etana, dan gas oksigen memiliki pengaruh terbesar

dibandingkan dengan kombinasi lain. Pengaruh antara tiga gas terhadap *breakdown* adalah 0.255 atau 25.5%. Hasilnya $Breakdown = -0.002 \text{ Karbon Dioksida} + 0.008 \text{ Etana} + 0.001 \text{ Oksigen} + 63.28$

6. Hasil pengaruh antara empat gas terhadap *breakdown* minyak, empat gas yang paling berpengaruh adalah gas etana, gas karbon dioksida, gas etilen, dan gas oksigen dengan nilai pengaruh sebesar 0.274 atau 27.4%. Hasil persamaannya: $Breakdown = 0.031 \text{ Metana} - 0.002 \text{ Karbon Dioksida} - 0.017 \text{ Etana} + 0.001 \text{ Oksigen} + 64.398$
7. Berdasarkan dari hasil-hasil tersebut diketahui bahwa pengaruh gas yang terdapat pada minyak tergolong kecil, dikarenakan *breakdown* terpengaruh oleh *water content*, partikel yang terdapat pada minyak, temperatur, sebagai perbandingan antara pengaruh gas terhadap *breakdown* didapatkan hasil pengaruh antara *water content* terhadap *breakdown* sebesar 0.724.

5.2 Saran

1. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa gas yang terdapat pada minyak hanya memiliki pengaruh yang kecil terhadap *breakdown*, tetapi masing-masing gas mengindikasikan kondisi minyak transformator sehingga perlu dilakukan pemeriksaan secara rutin. Untuk kondisi 4 adalah kondisi yang berbahaya, jadi sebaiknya perlu dilakukan filterisasi pada minyak untuk menanggulangi kejadian *arching* pada minyak
2. Pengaruh *water content* kuat terhadap *breakdown* minyak, maka perlu dilakukan pemeriksaan rutin supaya mengetahui besaran *breakdown* minyak, dan jika minyak transformator memiliki hasil BDV yang jelek < 50kV maka perlu dilakukan filterisasi secepatnya sehingga mengurangi kadar air yang terdapat pada minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Junaidi, “Pengaruh perubahan suhu terhadap tegangan tembus pada bahan isolasi cair,” *Penulisan Ilmiah, Fak. Teknol. Ind. Univ. Gunadarma*, vol. 13, pp. 1–5, 2008.
- [2] A. Suherman *et al.*, “Pengaruh Kontaminan Air Terhadap,” *Gravity*, vol. 2, no. 2, pp. 99–111, 2016.
- [3] S. Kumpalavalee, T. Suwanasri, C. Suwanasri, and S. Wattanawongpitak, “Condition Evaluation of Power Transformers Using Dissolved Gas Analysis and Dielectric Breakdown Voltage Test,” *Int. Electr. Eng. Congr. Pattaya, Thail.*, 2017.
- [4] I. G. N. Agung, *Statistika : penerapan metode analisis untuk tabulasi sempurna dan tak sempurna dengan SPSS*. RajaGrafindo Persada, 2003.
- [5] A. C. M, D. A. Asfani, I. G. N. S. Hernanda, and K. Analisis, “Diagnosis Transformator Daya Menggunakan Metode Indeks Kesehatan Transformator,” vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- [6] IEEE, “IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers.” IEEE, Feb-2008.
- [7] D. S. Pratomo and E. Z. Astuti, “Analisis Regresi dan Korelasi Antara Pengunjung dan Pembeli Terhadap Nominal Pembelian di Indomaret Kedungmundu Semarang Dengan Metode Kuadrat Terkecil,” *Ilmu Komput.*, no. 1, 2014.
- [8] G. Ilham and M. Setiawan, “Analisis Kondisi Minyak Transformator Berdasarkan Uji Parameter Utama,” pp. 1–19.
- [9] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics, 4th edition*. 2003.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A

Hasil regresi kombinasi tiga gas

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	METHANE	CARBON MONOXIDA	0.128
HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	0.216
HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE	0.2
HIDROGEN	METHANE	ETHANE	0.145
HIDROGEN	METHANE	ACETHYLENE	0.155
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	0.167
HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	0.116
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	0.203
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	0.105
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHANE	0.142
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	0.146
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	0.165
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	0.099
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.202
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.223
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	0.223

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.236
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.2
HIDROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.154
HIDROGEN	ETHYLENE	ACETHYLENE	0.139
HIDROGEN	ETHYLENE	OKSIGEN	0.147
HIDROGEN	ETHYLENE	NITROGEN	0.087
HIDROGEN	ETHANE	ACETHYLENE	0.178
HIDROGEN	ETHANE	OKSIGEN	0.202
HIDROGEN	ETHANE	NITROGEN	0.138
HIDROGEN	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.189
HIDROGEN	ACETHYLENE	NITROGEN	0.135
HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	0.143
METHANE	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	0.211
METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	0.184
METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHANE	0.13
METHANE	CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	0.143
METHANE	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	0.157
METHANE	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	0.104
METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.253
METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.219

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
METHANE	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	0.225
METHANE	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.236
METHANE	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.206
METHANE	ETHYLENE	ETHANE	0.196
METHANE	ETHYLENE	ACETHYLENE	0.199
METHANE	ETHYLENE	OKSIGEN	0.207
METHANE	ETHYLENE	NITROGEN	0.183
METHANE	ETHANE	ACETHYLENE	0.164
METHANE	ETHANE	OKSIGEN	0.181
METHANE	ETHANE	NITROGEN	0.125
METHANE	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.176
METHANE	ACETHYLENE	NITROGEN	0.132
METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.137
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.198
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.224
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	0.216
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.222
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.193
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.138
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ACETHYLENE	0.126

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN	0.138
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN	0.074
CARBON MONOXIDA	ETHANE	ACETHYLENE	0.163
CARBON MONOXIDA	ETHANE	OKSIGEN	0.196
CARBON MONOXIDA	ETHANE	NITROGEN	0.123
CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.177
CARBON MONOXIDA	ACETHYLENE	NITROGEN	0.123
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	0.135
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.21
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ACETHYLENE	0.214
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN	0.223
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN	0.192
CARBON DIOXIDA	ETHANE	ACETHYLENE	0.236
CARBON DIOXIDA	ETHANE	OKSIGEN	0.255
CARBON DIOXIDA	ETHANE	NITROGEN	0.215
CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.246

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
CARBON DIOXIDA	ACETHYLENE	NITROGEN	0.212
CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	0.221
ETHYLENE	ETHANE	ACETHYLENE	0.173
ETHYLENE	ETHANE	OKSIGEN	0.191
ETHYLENE	ETHANE	NITROGEN	0.136
ETHYLENE	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.161
ETHYLENE	ACETHYLENE	NITROGEN	0.112
ETHYLENE	OKSIGEN	NITROGEN	0.112
ETHANE	ACETHYLENE	OKSIGEN	0.217
ETHANE	ACETHYLENE	NITROGEN	0.161
ETHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.178
ACETHYLENE	OKSIGEN	NITROGEN	0.158

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B

Hasil kombinasi empat gas tanpa asetilen

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nama Gas 4	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	0.221
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	0.128
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA	0.221
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHYLENE	0.201
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHANE	0.149
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	0.165
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	0.237
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHYLENE	0.167
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHANE	0.208
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.203
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHYLENE	0.105
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHANE	0.142
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.208
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.232

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nama Gas 4	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.155
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.167
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	0.251
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE	0.229
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	ETHANE	0.204
HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.216
HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE	0.2
HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	ETHANE	0.145
HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.262
HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.228
HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE	ETHANE	0.211
HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.236
HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	0.147
HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE	0.202
HIDROGEN	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.238
HIDROGEN	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.269
HIDROGEN	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.213
HIDROGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.202
HIDROGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.223
HIDROGEN	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.154

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nama Gas 4	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.23
CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.157
CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	0.237
CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE	0.211
CARBON MONOXIDA	METHANE	OKSIGEN	ETHANE	0.188
CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.211
CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	ETHYLENE	0.184
CARBON MONOXIDA	METHANE	NITROGEN	ETHANE	0.13
CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.265
CARBON MONOXIDA	METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.228
CARBON MONOXIDA	METHANE	ETHYLENE	ETHANE	0.197
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.222
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	0.138
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE	0.186
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.224
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.26

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nama Gas 4	Nilai Pengaruh
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.195
CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.198
CARBON MONOXIDA	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.224
CARBON MONOXIDA	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.138
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.233
METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	0.236
METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	0.207
METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	ETHANE	0.181
METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.274
METHANE	OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.258
METHANE	OKSIGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.229
METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.253
METHANE	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.219
METHANE	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.197
METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.259
OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.223
OKSIGEN	NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.255
OKSIGEN	NITROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.191

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nama Gas 4	Nilai Pengaruh
OKSIGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.262
NITROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.222

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C

Hasil nilai pengaruh kombinasi tiga gas tanpaasetilen

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	METHANE	CARBON MONOXIDA	0.128
HIDROGEN	METHANE	CARBON DIOXIDA	0.216
HIDROGEN	METHANE	ETHYLENE	0.2
HIDROGEN	METHANE	ETHANE	0.145
HIDROGEN	METHANE	OKSIGEN	0.167
HIDROGEN	METHANE	NITROGEN	0.116
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	0.203
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	0.105
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	ETHANE	0.142
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	0.165
HIDROGEN	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	0.099
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.202
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.223
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.236
HIDROGEN	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.2
HIDROGEN	ETHYLENE	ETHANE	0.154

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
HIDROGEN	ETHYLENE	OKSIGEN	0.147
HIDROGEN	ETHYLENE	NITROGEN	0.087
HIDROGEN	ETHANE	OKSIGEN	0.202
HIDROGEN	ETHANE	NITROGEN	0.138
HIDROGEN	OKSIGEN	NITROGEN	0.143
METHANE	CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	0.211
METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	0.184
METHANE	CARBON MONOXIDA	ETHANE	0.13
METHANE	CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	0.157
METHANE	CARBON MONOXIDA	NITROGEN	0.104
METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.253
METHANE	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.219
METHANE	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.236
METHANE	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.206
METHANE	ETHYLENE	ETHANE	0.196
METHANE	ETHYLENE	OKSIGEN	0.207
METHANE	ETHYLENE	NITROGEN	0.183
METHANE	ETHANE	OKSIGEN	0.181
METHANE	ETHANE	NITROGEN	0.125
METHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.137

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	0.198
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	ETHANE	0.224
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	0.222
CARBON MONOXIDA	CARBON DIOXIDA	NITROGEN	0.193
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.138
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN	0.138
CARBON MONOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN	0.074
CARBON MONOXIDA	ETHANE	OKSIGEN	0.196
CARBON MONOXIDA	ETHANE	NITROGEN	0.123
CARBON MONOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	0.135
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	ETHANE	0.21
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	OKSIGEN	0.223
CARBON DIOXIDA	ETHYLENE	NITROGEN	0.192
CARBON DIOXIDA	ETHANE	OKSIGEN	0.255
CARBON DIOXIDA	ETHANE	NITROGEN	0.215
CARBON DIOXIDA	OKSIGEN	NITROGEN	0.221
ETHYLENE	ETHANE	OKSIGEN	0.191

Nama Gas 1	Nama Gas 2	Nama Gas 3	Nilai Pengaruh
ETHYLENE	ETHANE	NITROGEN	0.136
ETHYLENE	OKSIGEN	NITROGEN	0.112
ETHANE	OKSIGEN	NITROGEN	0.178

LAMPIRAN D

Nilai F tabel

df2 /df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	60	70	80	100	200	500	1000	>1000	df1
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.69	8.68	8.67	8.67	8.66	8.65	8.64	8.63	8.62	8.62	8.60	8.59	8.59	8.58	8.57	8.57	8.56	8.55	8.54	8.53	8.54	3	
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.84	5.83	5.82	5.81	5.80	5.79	5.78	5.76	5.75	5.75	5.73	5.72	5.71	5.70	5.69	5.68	5.67	5.66	5.65	5.64	5.63	4	
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.60	4.59	4.58	4.57	4.56	4.55	4.54	4.53	4.50	4.48	4.46	4.45	4.44	4.43	4.42	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37	4.36	5	
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.92	3.91	3.90	3.88	3.87	3.86	3.84	3.83	3.82	3.81	3.79	3.77	3.76	3.75	3.74	3.73	3.72	3.71	3.69	3.68	3.67	6	
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.47	3.46	3.44	3.43	3.41	3.40	3.39	3.38	3.36	3.34	3.33	3.32	3.30	3.29	3.27	3.26	3.24	3.23	3.23	7	
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.59	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.20	3.19	3.17	3.16	3.15	3.13	3.12	3.10	3.09	3.08	3.06	3.04	3.03	3.02	3.01	2.99	2.97	2.95	2.94	2.93	2.93	8	
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.47	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.99	2.97	2.96	2.94	2.92	2.90	2.89	2.87	2.86	2.84	2.82	2.81	2.80	2.79	2.78	2.77	2.76	2.75	2.74	2.72	2.71	2.71	9
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.83	2.81	2.80	2.79	2.77	2.76	2.74	2.72	2.71	2.70	2.68	2.66	2.65	2.64	2.62	2.61	2.60	2.59	2.58	2.56	2.54	2.54	10
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	2.99	2.92	2.87	2.83	2.79	2.76	2.74	2.72	2.70	2.69	2.67	2.66	2.65	2.64	2.62	2.61	2.59	2.58	2.57	2.55	2.53	2.52	2.51	2.49	2.48	2.47	2.46	2.43	2.42	2.41	2.41	11
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.60	2.58	2.57	2.56	2.54	2.53	2.51	2.49	2.48	2.47	2.44	2.43	2.41	2.40	2.38	2.37	2.36	2.35	2.32	2.31	2.30	2.30	12
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.51	2.50	2.48	2.47	2.46	2.44	2.42	2.41	2.39	2.38	2.36	2.34	2.33	2.31	2.30	2.28	2.27	2.26	2.23	2.22	2.21	2.21	13
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.44	2.43	2.41	2.40	2.39	2.37	2.35	2.33	2.31	2.28	2.27	2.25	2.24	2.22	2.21	2.20	2.19	2.16	2.14	2.14	2.13	14	
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.43	2.40	2.38	2.37	2.35	2.34	2.31	2.29	2.27	2.26	2.25	2.23	2.21	2.19	2.18	2.16	2.15	2.14	2.13	2.10	2.08	2.07	2.07	15	
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.33	2.32	2.30	2.29	2.28	2.26	2.24	2.22	2.21	2.19	2.17	2.16	2.15	2.12	2.10	2.09	2.08	2.06	2.05	2.03	2.02	2.02	16
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24	2.23	2.21	2.19	2.17	2.16	2.15	2.13	2.12	2.11	2.08	2.06	2.05	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96	1.96	17
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.22	2.20	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.11	2.09	2.08	2.06	2.05	2.04	2.02	1.99	1.98	1.95	1.93	1.92	1.92	18
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17	2.16	2.15	2.13	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.98	1.97	1.94	1.91	1.89	1.88	1.88	19
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.23	2.20	2.18	2.17	2.15	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.04	2.01	1.99	1.98	1.97	1.95	1.93	1.92	1.91	1.88	1.86	1.85	1.84	20
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.98	1.96	1.94	1.92	1.91	1.89	1.88	1.86	1.85	1.82	1.80	1.79	1.78	22
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.19	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04	2.03	2.00	1.98	1.97	1.95	1.94	1.91	1.89	1.88	1.86	1.84	1.83	1.82	1.80	1.77	1.75	1.74	1.73	24
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	2.05	2.03	2.02	2.00	1.99	1.97	1.95	1.93	1.91	1.90	1.88	1.87	1.84	1.82	1.80	1.79	1.78	1.76	1.73	1.71	1.70	1.69	26
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97	1.96	1.93	1.91	1.90	1.88	1.87	1.84	1.82	1.80	1.79	1.77	1.75	1.74	1.73	1.71	1.69	1.66	1.66	28
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01	1.99	1.98	1.96	1.95	1.93	1.91	1.89	1.88	1.85	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72	1.71	1.70	1.66	1.64	1.63	1.62	30
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.08	2.04	2.01	1.99	1.96	1.94	1.92	1.91	1.89	1.88	1.85	1.82	1.80	1.79	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65	1.63	1.60	1.57	1.57	1.56	35	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92	1.90	1.89	1.87	1.85	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.55	1.53	1.52	1.51	40
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89	1.87	1.86	1.84	1.82	1.81	1.78	1.76	1.74	1.73	1.71	1.68	1.66	1.64	1.63	1.60	1.59	1.57	1.55	1.51	1.49	1.48	1.47	45
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.81	1.80	1.78	1.76	1.74	1.72	1.70	1.69	1.66	1.65	1.61	1.60	1.58	1.56	1.54	1.53	1.46	1.45	1.44	50	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65	1.62	1.59	1.57	1.55	1.53	1.50	1.48	1.44	1.41	1.40	1.39	60	
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.75	1.74	1.72	1.70	1.67	1.65	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.53	1.50	1.49	1.47	1.45	1.40	1.37	1.36	1.35	70	
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.86	1.84	1.82	1.79	1.77	1.75	1.73	1.72	1.70	1.68	1.65	1.63	1.62	1.60	1.57	1.54	1.52	1.49	1.48	1.45	1.41	1.38	1.35	1.34	1.33	80	
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69	1.68	1.65	1.63	1.61	1.59	1.57	1.54	1.53	1.49	1.48	1.45	1.41	1.39	1.34	1.31	1.30	1.28	100	
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.64	1.63	1.61	1.59	1.56	1.54	1.53	1.52	1.48	1.46	1.43	1.41	1.36	1.32	1.26	1.22	1.21	1.19	200	
500	3.86	3.01	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.77	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.56	1.54	1.52	1.50	1.48	1.45	1.42	1.40	1.38	1.35	1.32	1.28	1.21	1.16	1.14	1.12	500	
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.73	1.70	1.68	1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.55	1.53	1.51	1.49	1.47	1.43	1.41	1.38	1.36	1.33	1.31	1.29	1.26	1.19	1.13	1.11	1.08	1000
>1000	3.84	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.72																									

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN E

Nilai t tabel

t Table

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.25}$	$t_{.20}$	$t_{.15}$	$t_{.10}$	$t_{.05}$	$t_{.025}$	$t_{.01}$	$t_{.005}$	$t_{.001}$	$t_{.0005}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Roikhana Farista Dewira
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir: Surabaya, 22 April 1995
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia
Tinggi/ Berat Badan : 160 cm/ 68 kg
Kesehatan : Baik
Alamat Asal : Rungkut Asri Tengah I/12
Mobile Phone : 082336179049
E-mail : roikhanafarista@yahoo.com



Riwayat Pendidikan:

- 2001 – 2006 SD Muhammadiyah 4 Surabaya
- 2006 – 2009 SMP Negeri 12 Surabaya
- 2009 – 2012 SMA Negeri 17 Surabaya
- 2012 – 2016 D3 Teknik Elektro Industri – ITS, Surabaya
- 2016 – 2018 LJ S1 Teknik Elektro – ITS, Surabaya

Pengalaman Kerja :

- Kerja Praktek di PT. SIER (Persero), Surabaya
- Kerja Praktek PT. Coca-Cola Amatil Indonesia, Pandaan.
- Kerja Praktek di PT. Pertamina EP Cepu

Pengalaman Organisasi :

- Anggota Departemen HUBLU Himad3tektro
- Kepala Biro Departemen HUBLU Himan3tektro

Halaman ini sengaja dikosongkan